

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

(51825)Надежность технических систем

Направление подготовки (специальность): **15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность: **магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная;**

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

Трудоемкость дисциплины: **4 з.е. (144час)**

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): Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа; Техническая документация; Технический сервис нефтегазоперерабатывающих предприятий

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

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

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	
1	4	144	44	100	зачет;
ИТОГО:	4	144	44	100	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетен- ции
1	Способен разрабатывать техническую документацию на продукцию машиностроения	ПК-3-ММО34-23-1

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-3-ММО34-23	ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	З(ПК-3-ММО34-23)	Знать: структурные и физические методы расчета показателей надежности продукции машиностроения в процессе проектирования и эксплуатации, методы и

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			способы резервирования систем, причины возникновения дегра- дационных процессов и отказов в деталях и узлах продукции машиностроения, основные концепции и цели проактивного обслуживания RCM
		У(ПК-3-ММО34-23)	Уметь: проектировать сложные системы с заданной надежностью с учетом нескольких групп факторов при принятии проектных решений, принимать оптимальные решения при создании систем оборудования с учетом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, составлять диаграммы принятия решения по обслуживанию объекта, ориентированного на надежность
		В(ПК-3-ММО34-23)	Владеть: навыками выбора варианта достижения требуемого уровня надежности на этапе проектирования, навыками оценки эффективности решений по повышению надежности на стадии проектирования систем, навыками разработки концепции обслуживания объектов, ориентированной на надежность RCM, навыками анализа результатов деятельности сервисных

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			подразделений предприятия

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:	44	44											
лекции (всего)	18	18											
-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)	100	100											
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	69	69											
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	144	144											

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	Управление надежностью при проектировании технических систем	1	8	12		52	72	З(ПК-3-ММО34-23) У(ПК-3-ММО34-23) В(ПК-3-ММО34-23)
2	Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежно-ориентированное техническое обслуживание	1	10	12		48	70	З(ПК-3-ММО34-23) У(ПК-3-ММО34-23) В(ПК-3-ММО34-23)
	ИТОГО:		18	24		100	142	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы
-------	---------------	---------------	--------------------

			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Управление надежностью при проектировании технических систем	Структурные методы расчета надежности. Сложная система и ее характеристики. Структурный анализ систем продукции машиностроения. Методы расчета показателей безотказности, ремонтпригодности и комплексных ПН в процессе проектирования объектов, поддающихся разукрупнению на элементы. Расчет ПН структурными методами: представление объекта в виде структурной схемы, описывающей логические соотношения между состояниями элементов и объекта в целом с учетом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, видов и способов резервирования и других факторов; описание построенной структурной схемы надежности (ССН) объекта адекватной математической моделью позволяющей в рамках введенных предположений и допущений вычислить ПН объекта по данным о надежности его элементов в рассматриваемых условиях	4		

		их применения.			
2	1-Управление надежностью при проектировании технических систем	Надежность сложных систем. Проектирование сложных систем с заданной надежностью Надежность сложных систем с последовательным, параллельным и комбинированным соединением элементов. Классификация методов резервирования систем. Расчет надежности резервированных систем. Нагруженное, облегченное и ненагруженное резервирование. Кратность резервирования.	4		
3	2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежно-ориентированное техническое обслуживание	Физические методы расчета надежности. Политика управления отказами. Риск ориентированный подход, оценка рисков. Обслуживание объектов. Функции объектов. Функциональные отказы. Анализ видов и эффектов отказов. Последствия отказов. Иерархия последствий. Критичность оборудования.	4		
4	2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежно-ориентированное техническое обслуживание	Обслуживание, ориентированное на надежность. Концепции ТОиР. Проактивное обслуживание RCM. Основы приоритизации задач обслуживания. Диаграмма принятия решения. Действия по умолчанию. Достигае-	6		

		мые цели RCM.			
	-	ИТОГО:	18		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Управление надежностью при проектировании технических систем	1	Расчет надежности сложной технологической системы. Проанализировать изменение показателя надежности (вероятности безотказной работы) во времени технологической системы установки нефтехимического производства. По минимально допустимому уровню надежности определить ресурс системы. Предложить мероприятия по повышению надежности системы.	6		
1-Управление надежностью при проектировании технических систем	2	Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва. Расчет надежности в случае ненагруженного резерва. 1) Достижение заданной надежности системы в случае нагруженного резерва с наименьшими за-	6		

		тратами. Обеспечение заданной надежности системы с резервом меньшим проектного. Достижение наибольшей надежности системы с заданной стоимостью. 2) Определить норму запасных деталей системы в случае ненагруженного резерва на определенное время для принятых на нефтегазоперерабатывающих и химических производствах вероятностей безотказной работы системы			
2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание	1	Расчет системы на надежность и прочность. Проверить условие прочности, или условие безотказности, т. е. отсутствия у элемента сложной системы предельного состояния, состояния, при котором нагрузка превышает прочность.	6		
2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание	2	Определение остаточного ресурса при малоцикловых нагрузках. Определение остаточного ресурса химического оборудования по критерию коррозионной стойкости. Статистические методы	6		

		расчета остаточного ресурса. 1) 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) Определить степень разрушения стенок сосуда, подвергающегося при эксплуатации коррозионно-эрозионному разрушению и вероятный остаточный ресурс (средний и минимальный) до предельного состояния. 3) Оценить остаточный ресурс оборудования по результатам испытаний аналогов. Оценить остаточный ресурс оборудования методом статистического моделирования наработок до предельного состояния. Оценить остаточный ресурс оборудования по отказам базовой детали. Оценить остаточный ресурс оборудования восстанавлива-			
--	--	---	--	--	--

		емого оборудо- вания при не- полном восста- новлении.			
-		ИТОГО:	24		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно- заочная	заочная
1-Управление надежностью при проектировании технических систем	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		
1-Управление надежностью при проектировании технических систем	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
1-Управление надежностью при проектировании технических систем	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	36		
2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание	подготовка к сдаче зачета, экзамена	3		
2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
2-Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	33		
-	ИТОГО:	100		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Управление надежностью при проектировании технических систем

Метод минимальных путей и минимальных сечений для определения надежности сложных систем

Раздел 2. Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание

Краткая история надежности-ориентированного технического обслуживания RCM.

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
Консультант +	http://www.consultant-urist.ru/
Консультант-плюс	http://www.consultant.ru/
Система нормативов NormaCS	http://normacs.ru/
Электронная библиотека УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net
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);Столы, 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);Столы, 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-14	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
3	Консультант-плюс	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО Компания Права "Эксперт"
4	Техэксперт	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО "Информация Будущего"

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: (51825)(51825)Надежность технических системНаправление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудованиеНаправленность: магистерская программа«Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»Форма обучения: очная;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;	1			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;	1			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: НИЦ Инфра-М, 2012. - 336 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/307370 (дата обращения: 03.07.2023). – 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: (51825)(51825)Надежность технических систем

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность магистерская программа«Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Форма обучения очная;

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;	1			Остаточный ресурс при малоцикловых нагрузках : учебно-метод. пособие по дисциплине "Основы надежности технологического оборудования" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. - 66 с. - Текст : непосредственный.	100	90	-	1.00

Для выполнения практических занятий;	1			Расчет надежности сложной технологической системы. Повышение надежности сложной технологической системы : учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 3 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 685 КБ. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova4.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
--------------------------------------	---	--	--	--	---	---	---	------

Для выполнения практических занятий;	1			Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва : учебно-методическое пособие по выполнению практических работ № 4,5 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 219 КБ. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova5.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	1			Расчет надежности в случае ненагруженного резерва : учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 6 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 223 КБ. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova2.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	1			Расчет системы на надежность и прочность : учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 7 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 233 КБ. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova3.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	1			Остаточный ресурс химического оборудования по критерию коррозионной стойкости : учебно-метод. пособие по дисциплине "Основы надежности технологического оборудования" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. - 48 с. - Текст : непосредственный.	100	90	-	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
(51825) Надежность технических систем**

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

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

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144час)

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	Управление надежностью при проектировании технических систем	В(ПК-3-ММО34-23)	структурные и физические методы расчета показателей надежности продукции машиностроения в процессе проектирования и эксплуатации, методы и способы резервирования систем, причины возникновения деградационных процессов и отказов в деталях и узлах продукции машиностроения, основные концепции и цели проактивного обслуживания RCM	ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	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, выбирает вариант достижения требуемого уровня надежности на этапе проектирования, оценивает эффективность решений по повышению надежности на стадии проектирования систем	Контрольная работа Письменный и устный опрос Тестирование
		З(ПК-3-ММО34-23)		ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	называет способы определения сложных систем и их характеристик, структурные методы расчета показате-	Контрольная работа Письменный и

					телей надежности (ПН) в процессе проектирования объектов, описывает структурные схемы надежности объектов адекватными математическими моделями для расчета ПН объектов, называет классификации методов резервирования систем	устный опрос Тестирование
		У(ПК-3-ММО34-23)		ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	составляет структурные схемы надежности (ССН) блоков оборудования, описывает построенные ССН проектируемого объекта адекватными математическими моделями в рассматриваемых условиях их применения, проектирует сложные системы с заданной надежностью, составляет матрицы комбинаций надежности систем оборудования, учитывает несколько групп факторов при принятии проектных решений, находит оптимальные решения при создании систем оборудования, определяет логические соотношения между	Контроль ная работа Письменный и устный опрос Тестирование

					состояниями элементов и объекта в целом с учетом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, видов и способов резервирования и других факторов	
4	Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежно-ориентированное техническое обслуживание	В(ПК-3-ММО34-23)		ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	анализирует виды и эффекты отказов, определяет критерии отказов и критерии предельного состояния оборудования, применяет методы оценки ресурса оборудования на основе анализа исходных данных, составляет иерархию последствий отказов, разрабатывает концепции обслуживания объектов, ориентированные на надежность RCM на основе приоритезации задач	Контроль ная работа Письменный и устный опрос Тестирование
		З(ПК-3-ММО34-23)		ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	называет физические методы расчета показателей надежности (ПН), описывает политику управления отказами, риск ориентированные подходы к об-	Контроль ная работа Письменный и устный опрос

					служиванию объектов, называет причины возникновения различных видов отказов, называет стадии развития процессов изнашивания и старения, называет функциональные отказы, виды и эффекты отказов, последствия отказов, иерархию последствий отказов, критичность оборудования, описывает основные концепции ТОиР, способы проактивного обслуживания RCM, называет достигаемые цели RCM	Тестирование
		У(ПК-3-ММО34-23)		ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности	определяет критерии предельного состояния оборудования, анализирует их динамику, анализирует эксплуатационные данные и данные предварительного обследования оборудования, определяет функциональные отказы объектов, анализирует критичность оборудования, составляет диаграммы принятия решения по обслуживанию объекта, ориен-	Контроль ная работа Письменный и устный опрос Тестирование

					тированного на надежность	
--	--	--	--	--	---------------------------	--

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. Структурные методы расчета надежности сложных технических систем.
2. Последовательное соединения элементов.
3. Параллельное соединения элементов.
4. Анализ формул для определения надежности систем с последовательным соединением элементов.
5. Анализ формул для определения надежности систем с параллельным соединением элементов.
6. Определение минимальных путей для определения надежности сложных систем.
7. Определение минимальных сечений для определения надежности сложных систем.
8. Определение числа резервных аппаратов в системе с целью достижения заданной надежности.
9. Определение надежности при увеличении числа резервных элементов.
10. Определение коэффициента эффективности модернизации.
11. Решение задач выбора оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва.
12. Достижение заданной надежности системы с наименьшими затратами.
13. Обеспечение заданной надежности системы с резервом меньшим проектного.
14. Достижение наибольшей надежности системы с заданной стоимостью.
15. Расчет надёжности в случае ненагруженного резерва.
16. Задача о надежности и прочности.
17. Методы повышения надежности сложных систем.
18. Виды, способы, типы резервирования.
19. Физические методы расчета надежности сложных технических систем
20. Краткая история надёжностно-ориентированного технического обслуживания RCM.
21. Надёжностно-ориентированное техническое обслуживание RCM (Reliability Centered Maintenance).
22. Анализ коренных причин отказов RCA (Root cause analysis).
23. Р-Ф интервалы. Потенциально возможные и реальные функциональные отказы.
24. Система управления жизненным циклом изделия Product Lifecycle Management (PLM).
25. Анализ отказов (failure analysis).
26. Классификация процессов старения по скорости протекания. Примеры таких процессов. Характер контакта поверхностей и их относительного движения при различных видах износа.
27. Классификация процессов старения тела детали (объемные явления), поверхности детали (поверхностные явления) по внешним проявлениям процесса (видам повреждения). Разновидности этих процессов.
28. Основные закономерности процесса изнашивания. Классификация процессов изнашивания по трем видам: Формы окислительного износа. Стадии изнашивания при фреттинг-коррозии.
29. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления, степени влияния, возможности предсказания.
30. Классификация процессов изнашивания по скорости разрушения.
31. Допустимые и недопустимые виды повреждений.
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. Определение вероятностей безотказной работы систем с последовательным соединением элементов.
2. Определение вероятностей безотказной работы с параллельным соединением элементов.
3. Определение вероятностей отказа систем с последовательным соединением элементов.
4. Определение вероятностей отказа систем с параллельным соединением элементов.
5. Сложная система.
6. Элементы сложной системы.
7. Резервирование с целой кратностью.
8. Резервирование с дробной кратностью.
9. Определение числа кратности резервирования по схеме.
10. Холодное резервирование.
11. Горячее резервирование.
12. Облегченное резервирование.
13. Отказ, неисправность, дефект, повреждение.
14. Случайные величины.
15. Старение, износ, изнашивание. Законы старения, законы превращения.
16. Классификация локальных видов повреждения поверхностей: внешний вид процессов: усталость, разъедание, износ, нарост
17. Состояние оборудования, при котором возможно прогнозирование его ресурса.
18. Условия, при которых не учитываются циклы нагружения от температурных нагрузок при расчете на малоцикловую усталость.
19. При каких значениях коэффициентов $?$, $?$, а также допускаемых напряжении и давлении осуществляется определение допускаемого числа циклов нагружения давлением.
20. Определение RCM.
21. Определение RCA.
22. Определение P-F - интервала.
23. Определение PLM.

ПРИМЕР БИЛЕТА ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО И УСТНОГО ОПРОСА

ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Кафедра "Технологические и машины и оборудование"

БИЛЕТ № 1

по дисциплине "Надежность технических систем"

Основной вопрос (ответить ПИСЬМЕННО):

1. Краткая история надежностно-ориентированного технического обслуживания RCM.
2. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления, степени влияния, возможности предсказания.

Дополнительный вопрос (ответить УСТНО)

1. Определение вероятностей безотказной работы систем с последовательным соединением элементов.
2. Определение RCA.

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. Краткая история надежностно-ориентированного технического обслуживания RCM.

- 1965 – Первая диаграмма принятия решения
- 1968 – была применена ЭРГ-1 для Boeing 747
- 1970 – была разработана и применялась ЭРГ-2 для DC 10 и TriStar
- 1976 – Департамент безопасности США попросил составить отчет United Airlines о том, как разрабатывать программы по обслуживанию самолетов
- 1978 – Стенли Ноулан и Говард Хип составили отчет: “Обслуживание, ориентированное на надежность”
- 1980 – US Ассоциация воздушного транспорта опубликовала документ ЭРГ-3
- 1988 – Первое переиздание ЭРГ-3
- 1993 – Второе переиздание ЭРГ-3
- RCM отчет Ноулана и Хипа содержал, чего может достигнуть программа обслуживания, а также чего не может. Их отчет содержал:
 - "Плановый ремонт мало влияет на общую надежность комплексного оборудования, за исключением следующих случаев, когда оборудование имеет доминирующее количество отказов, связанных с возрастом".
 - “Большое количество оборудования для которого не подходит программа регламентного обслуживания.”

- RCM признает, что уровень надежности любого элемента присущ его конструкции
 - Принятие RCM, наряду с соответствующими достижениями в области процесса конструирования, произвела революцию в надежности самолетов
 - 1982 – Электроэнергетический НИИ запускает два пилотных RCM проекта на АЭС в США
 - 1986 – Стандарт 2173 (BMC)
 - 1987 – RCM принят как стандарт в атомной промышленности
 - 1990 – Джон Мобри опубликовал документ RCM2
 - 1993 – Руководство RCM 403 (BMC)
 - 1994 – Британский флот NES45 издание 1
 - 1997 – Британский флот NES45 издание 2
 - 1999 – Стандарт SAE JA 1011 – Краткий документ, который содержит набор критериев, что каждый процесс может удовлетворять требованиям RCM
 - 2002 – Стандарт SAE JA 1012 – Руководство-стандарт Обслуживание, ориентированное на надежность (RCM).
- Пояснение шагов в методологии.

Ответ на вопрос 2. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления, степени влияния, возможности предсказания.

Классификация отказов осуществляются 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 дефекта-

ми, нарушениями режимов работы или ошибками обслуживающего персонала. Обычно появлению внезапных отказов предшествуют скрытые дефекты или изменения свойств элементов, которые не всегда удастся 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. Поскольку 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.

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.

Ответ на вопрос 3: Структурные методы расчета надежности сложных технических систем..

Структурные методы расчета надежности основаны на представлении объекта в виде логической (структурно-функциональной) схемы, описывающей зависимость состояний и переходов объекта от состояний и переходов его элементов с учетом их взаимодействия и выполняемых ими функций в объекте с последующими описаниями построенной структурной модели адекватной математической моделью и вычислением ПН объекта по известным характеристикам надежности его элементов.

Структурные методы являются основными методами расчета показателей безотказности, ремонтпригодности и комплексных ПН в процессе проектирования объектов, поддающихся разукрупнению на элементы, характеристики надежности которых в момент проведения расчетов известны или могут быть определены другими методами (прогнозирование, физическими, по статистическим данным, собранным в процессе их применения в аналогичных условиях). Эти методы применяются также для расчета долговечности и сохраняемости объектов, критерии предельного состоя-

ния которых выражаются через параметры долговечности (сохраняемости) их элементов.

Расчет показателей надежности (ПН) структурными методами в общем случае включает:

- представление объекта в виде структурной схемы, описывающей логические соотношения между состояниями элементов и объекта в целом с учетом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, видов и способов резервирования и других факторов;

- описание построенной структурной схемы надежности (ССН) объекта адекватной математической моделью позволяющей в рамках введенных предположений и допущений вычислить ПН объекта по данным о надежности его элементов в рассматриваемых условиях их применения.

Сложная система - объект, который предназначен для выполнения заданных функций и может быть расчленен на элементы, каждый из которых выполняет определенные функции и взаимодействует с другими.

Понятие сложной системы условно. Это понятие может применяться как к отдельным узлам и механизмам, так и машинам в целом и системам машин. Современные нефтеперерабатывающие и нефтехимические машины состоят из тысячи элементов и должны функционировать в течение заданного промежутка времени, не нарушая работоспособности в целом.

Сложная система относительно надежности обладает положительными и отрицательными свойствами:

Отрицательные свойства:

- отказ каждого элемента может привести к отказу системы в целом, так как сложная система имеет большое количество элементов;
- сложные системы во многих случаях являются уникальными или имеются в небольшом количестве, что не позволяет использовать данные для оценки ее работоспособности;
- системы одинакового конструктивного оформления имеют индивидуальные черты. Незначительные изменения свойств отдельных элементов сказываются на выходных параметрах системы. Чем сложнее система, тем больше индивидуальных особенностей она имеет.

Выходные параметры, которые непосредственно характеризуют работоспособность, определяются его целевым назначением.

К примеру, параметры стабильности технологических процессов, параметры свойств выпускаемых продуктов, точность перемещения рабочих органов, качество обрабатываемых изделий, уровень динамических воздействий, производительность, КПД, уровень давления, температуры др. Номенклатура выходных параметров и их допустимые значения устанавливаются стандартами и техническими условиями, исходя из требований к назначению, точности функционирования и надежности.

Работоспособность гарантируется нахождением численных значений выходных параметров в установленных пределах.

Положительные свойства:

- сложным системам свойственно саморегулирование или самоприспособление (находит устойчивое состояние).
- часто для сложной системы возможно восстановление ее работоспособности по частям, не нарушая ее функционирования (дополняется временное отключение отдельных участков для подналадки).
- не все элементы системы одинаково влияют на ее надежность.

Под элементом системы понимается составная часть, которая может характеризоваться самостоятельными входными и выходными параметрами.

Особенности элемента:

- выделяется в зависимости от поставленной задачи (может быть достаточно сложным и состоять из отдельных узлов);
- при исследовании надежности системы элемент не расчленяется на составные части, и показатели безотказности и долговечности относятся к элементу в целом;
- возможно, восстановление работоспособности элемента независимо от других частей и элементов системы.

ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЙ ОПРОС:

Ответ на вопрос 1. RCM (Reliability Centered Maintenance) – это методология выявления и выбора политики предупреждения и/или предупреждения отказов (политика управления отказами), нацеленной на эффективное обеспечение требуемых безопасности, готовности и экономической эксплуатации изделий.

Ответ на вопрос 2. RCA (Root cause analysis) – это структурированный пошаговый метод для нахождения реальной причины проблемы и реагирования на нее, а не только на ее симптомы.

Ответ на вопрос 3. P-F интервал – это время между потенциально возможными и реальными функциональными отказами - расстояние между моментом достижения кривой деградации некоторого контролируемого параметра изделия заранее установленного уровня (момент потенциального отказа) и моментом возникновения функционального отказа.

Ответ на вопрос 4. 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 нормативно-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.

Контрольная работа.

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

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1. 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/Gabbasova4.pdf. - Расчет надежности сложной технологической системы. Повышение надежности сложной технологической системы : учебно-

методическое пособие для выполнения практической работы № 3 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 685 КБ. - Текст : электронный.

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova5.pdf. - Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва : учебно-методическое пособие по выполнению практических работ № 4,5 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 219 КБ. - Текст : электронный.

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova2.pdf. - Расчет надежности в случае ненагруженного резерва : учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 6 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 223 КБ. - Текст : электронный.

- На кафедре ТМО (90 экземпляров) - Остаточный ресурс химического оборудования по критерию коррозионной стойкости : учебно-метод. пособие по дисциплине "Основы надежности технологического оборудования" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. - 48 с. - Текст : непосредственный.

- На кафедре ТМО (90 экземпляров) - Остаточный ресурс при малоцикловых нагрузках : учебно-метод. пособие по дисциплине "Основы надежности технологического оборудования" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. - 66 с. - Текст : непосредственный.

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.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2. Расчет системы на надежность и прочность.

Цель работы: Проверить условие прочности, или условие безотказности, т.е. отсутствия у элемента сложной системы предельного состояния, при котором нагрузка превышает прочность.

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

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova3.pdf. - Расчет системы на надежность и прочность : учебно-методическое пособие для выполнения практической работы № 7 по дисциплине "Обеспечение заданного уровня надежности технологических систем на стадии

проектирования" / УГНТУ, каф. ТМО ; А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 233 КБ. - Текст : электронный.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ:

Задание 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 $\varphi(R)$ равна 4,8 при известных рядах значений Q_i и ряд значений R_i (см. рисунок).

Задание 2: Задание: Графически и аналитически представить плотность распределения вероятности нагрузки и прочности объекта. Коэффициент вариации прочности составляет 0,30; нагрузки 0,25. Точка пересечения кривых $f(Q)$ и $\varphi(R)$ равна 4,8 при известных рядах значений Q_i и ряд значений R_i (см. рисунок).

Тестирование.

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

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ С ПРАВИЛЬНЫМИ ОТВЕТАМИ:

Номер:##51825.2.1.1.1.0(1)

Задание: Надежно-ориентированное техническое обслуживание RCM (Reliability Centered Maintenance) – это...

Ответы:

- методология выявления и выбора политики предупреждения и/или предупреждения отказов (политика управления отказами), нацеленной на эффективное обеспечение требуемых безопасности, готовности и экономической эксплуатации изделий
- структурированный пошаговый метод для нахождения реальной причины проблемы и реагирования на нее, а не только на ее симптомы
- время между потенциально возможными и реальными функциональными отказами - расстояние между моментом достижения кривой деградации некоторого контролируемого параметра изделия заранее установленного уровня (момент потенциального отказа) и моментом возникновения функционального отказа
- стратегический подход к ведению бизнеса, при котором используется набор совместимых решений для поддержки единого представления информации о продукте, начиная от концепции создания продукта и заканчивая его утилизацией с одновременной интеграцией людских ресурсов, процессов и информации
- исследование отказов, направленное на определение факторов, влияющих на надежность (причин отказов, составляющих времени восстановления, эффективности резервирования и т.п.)

Правильный ответ: методология выявления и выбора политики предупреждения и/или предупреждения отказов (политика управления отказами), нацеленной на эффективное обеспечение требуемых безопасности, готовности и экономической эксплуатации изделий

Номер:##51825.2.1.1.2.1.0(1)

Задание: Анализ коренных причин отказов RCA (Root cause analysis) – это...

Ответы:

- структурированный пошаговый метод для нахождения реальной причины проблемы и реагирования на нее, а не только на ее симптомы

- время между потенциально возможными и реальными функциональными отказами - расстояние между моментом достижения кривой деградации некоторого контролируемого параметра изделия заранее установленного уровня (момент потенциального отказа) и моментом возникновения функционального отказа
- стратегический подход к ведению бизнеса, при котором используется набор совместимых решений для поддержки единого представления информации о продукте, начиная от концепции создания продукта и заканчивая его утилизацией с одновременной интеграцией людских ресурсов, процессов и информации
- исследование отказов, направленное на определение факторов, влияющих на надежность (причин отказов, составляющих времени восстановления, эффективности резервирования и т.п.)
- методология выявления и выбора политики предупреждения и/или предупреждения отказов (политика управления отказами), нацеленной на эффективное обеспечение требуемых безопасности, готовности и экономической эксплуатации изделий

Правильный ответ: структурированный пошаговый метод для нахождения реальной причины проблемы и реагирования на нее, а не только на ее симптомы

Номер:##51825.1.1.2.15.1.0(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:##51825.1.1.2.16.1.0(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:##51825.1.1.2.17.1.0(1)

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

Ответы:

- для системы А: $[1-(1-P_1 \cdot P_2) \cdot (1-P_2 \cdot P_3)]$; для системы Б: $[1-(1-P_1) \cdot (1-P_2)] \cdot [1-(1-P_2) \cdot (1-P_3)]$

- для системы А: $[1-(P_1 \cdot P_2) \cdot (P_2 \cdot P_3)]$; для системы Б: $[1-(P_1 \cdot P_2)] \cdot [1-(P_2 \cdot P_3)]$
- для системы А: $[1-P_1 \cdot P_2] \cdot [1-P_2 \cdot P_3]$; для системы Б: $[1-(1-P_1) \cdot (1-P_2) \cdot (1-P_3)]$
- для системы А: $[1-(1-P_1 \cdot P_2) \cdot (1-P_2 \cdot P_3)]$; для системы Б: $[1-(P_1 \cdot P_2)] \cdot [1-(P_2 \cdot P_3)]$

Правильный ответ: для системы А: $[1-(1-P_1 \cdot P_2) \cdot (1-P_2 \cdot P_3)]$; для системы Б: $[1-(1-P_1) \cdot (1-P_2)] \cdot [1-(1-P_2) \cdot (1-P_3)]$

Номер:##51825.1.1.2.18.1.0(1)

Задание: Формула $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)] \dots$

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:##51825.1.1.2.19.1.0(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:##51825.1.1.2.20.1.0(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 $R_c=0,99$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $R_c=0,73$

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

Аннотация к рабочей программе дисциплины (51825)Надежность технических систем

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная;

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

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-3-ММО34-23 Способен разрабатывать техническую документацию на продукцию машиностроения:

- ПК-3.1 способен разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности

Результат обучения

Знать:

ПК-3-ММО34-23-1 структурные и физические методы расчета показателей надежности продукции машиностроения в процессе проектирования и эксплуатации, методы и способы резервирования систем, причины возникновения деградационных процессов и отказов в деталях и узлах продукции машиностроения, основные концепции и цели проактивного обслуживания RCM

Уметь:

ПК-3-ММО34-23-1 проектировать сложные системы с заданной надежностью с учетом нескольких групп факторов при принятии проектных решений, принимать оптимальные решения при создании систем оборудования с учетом структурно-функциональных связей и взаимодействия элементов, принятой стратегии обслуживания, составлять диаграммы принятия решения по обслуживанию объекта, ориентированного на надежность

Владеть:

ПК-3-ММО34-23-1 навыками выбора варианта достижения требуемого уровня надежности на этапе проектирования, навыками оценки эффективности решений по повышению надежности на стадии проектирования систем, навыками разработки концепции обслуживания объектов, ориентированной на надежность RCM, навыками анализа результатов деятельности сервисных подразделений предприятия

Краткая характеристика дисциплины

Управление надежностью при проектировании технических систем; Управление надежностью при эксплуатации технических систем. Надежностно-ориентированное техническое обслуживание;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

4 з.е. (144час)

Вид промежуточной аттестации

зачет;

Разработчик(и):

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев