

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

В.Ш. Мухаметшин

(подпись)

27.06.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(37750) Обеспечение надежности нефтегазопромыслового оборудования

Направление подготовки (специальность): **21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии**

Направленность: **специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»**

Уровень высшего образования: **специалитет**

Форма обучения: **очная; заочная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Нефтепромысловые машины и оборудование (НПМО);**

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

Октябрьский 2024

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Современные проблемы защиты от коррозии нефтегазовых объектов

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Капитальный и текущий ремонт скважин; Контроль технического состояния скважин при капитальном ремонте; Преддипломная практика; Технологическая (проектно-технологическая) практика

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 промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
6	3	108	52	56	зачет;
ИТОГО:	3	108	52	56	

Форма обучения: заочная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
6	3	108	14	94	зачет;
ИТОГО:	3	108	14	94	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
1	Способен применять знания в области причин образований осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин для обеспечения оптимальных условий эксплуатации скважин и разработки объектов	ПК-5-2

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-5	ПК-5.3 Способен выявлять и оценивать производственные риски в различных обстоятельствах	3(ПК-5)	Знать: производственные риски и причины образования осложнений

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; требования к производственным заданиям на капитальный ремонт скважин
		У(ПК-5)	Уметь: оценивать производственные риски и причины образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; пользоваться информацией о технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; выдавать производственные задания на капитальный ремонт скважин
		В(ПК-5)	Владеть: навыками выявления и оценки производственных рисков образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; навыками применения информации о технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; навыками разработки производственных заданий на проведение капитального ремонта скважин

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 се- местрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	52						52						
лекции (всего)	26						26						
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	18						18						
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	6						6						
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзаме- на, консультации)	2						2						
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), все- го в том числе: (указать конкретный вид СРО)	56						56						
выполнение и подготовка к защите курсового про- екта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитиче- ских исследований и т.п	15						15						
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	22						22						
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12						12						
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 се- местрам, часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	14						14						
лекции (всего)	6						6						
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	4						4						
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	2						2						
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзаме- на, консультации)	2						2						
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), все- го в том числе: (указать конкретный вид СРО)	94						94						
выполнение и подготовка к защите курсового про- екта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитиче- ских исследований и т.п	15						15						

изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	60						60						
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12						12						
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

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности	6	8			8	16	З(ПК-5)
2	Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	6	8	9		12	29	У(ПК-5)
3	Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	6	10	9	6	36	61	В(ПК-5)
	ИТОГО:		26	18	6	56	106	

Форма обучения: заочная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности	6	2			20	22	З(ПК-5)
2	Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	6	2	2		24	28	У(ПК-5)
3	Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	6	2	2	2	50	56	В(ПК-5)
	ИТОГО:		6	4	2	94	106	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			Очная	Очно-заочная	Заочная
1	1-Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности	Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности. Основные направления исследований надежности. Проблемы, возникающие при расчетах	8		2

		надежности, пути и тенденции к решению этих проблем. Связь проблемы надежности с циклом «жизнедеятельности» оборудования от проектирования до завершения эксплуатации. Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности. Основные направления исследований надежности. Проблемы, возникающие при расчетах надежности, пути и тенденции к решению этих проблем. Связь проблемы надежности с циклом «жизнедеятельности» оборудования от проектирования до завершения эксплуатации.			
2	2-Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО. Объекты, состояния и события. Отказы и их разновидности. Свойства изделий. Основные сведения из теории вероятности и математической статистики. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа. Интенсивность отказов. Показатели для оценки безотказности, долговечности, ремонтпригодности. Применение количественных показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Классификация машин по надежности. Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО. Объекты, состояния и события. Отказы и их разновидности. Свойства изделий. Основные сведения из теории вероятности и математической статистики. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа. Интенсивность отказов. Показатели для оценки безотказности, долговечности, ремонтпригодности. Применение количественных показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Классификация машин по надежности.	8		2
3	3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Задачи и этапы прогнозирования надежности машин. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания. Прогнозирование надежности при помощи структурных схем при проектировании. Понятие структурной схемы, построение и анализ структурных схем. Контроль надежности изделия в процессе их изготовления. Понятие надежности технологического процесса. Цели и виды испытаний на надежность. Методы и возможности повышения надежности нефтепромышленного оборудования на различных стадиях его создания. Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Задачи и этапы прогнозирования надежности машин. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания. Прогнозирование надежности при помощи структурных схем при проектировании. Понятие структурной схемы, построение и анализ структурных схем. Контроль надежности изделия в процессе их изготовления. Понятие надежности технологического процесса. Цели и виды испытаний на надежность. Методы и возможности повышения надежности нефтепромышленного оборудования на различных стадиях его создания.	10		2
-		ИТОГО:	26		6

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы
---------------	------	------------------------------	--------------------

			очная	очно- заочная	заочная
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	1	Исследования надежности нерезервированной технической системы Исследования надежности нерезервированной технической системы	3		1
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	2	Исследования надежности резервированной восстанавливаемой системы Исследования надежности резервированной восстанавливаемой системы	3		1
-		ИТОГО:	6		2

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
2-Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	1	Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы	9		2
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	2	Расчет показателей надежности восстанавливаемой системы Расчет показателей надежности восстанавливаемой системы	9		2
-		ИТОГО:	18		4

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно- заочная	заочная
1-Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	8		20
2-Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	5		4
2-Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	7		20
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	подготовка к сдаче зачета, экзамена	7		7
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	7		8
3-Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	7		20
3-Прогнозирование надежности при проектировании	выполнение и подготовка к защите РГР	15		15

НГПО.Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания	работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п			
-	ИТОГО:	56		94

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности

- Общие сведения о технической диагностике и надежности.
- Особенности эксплуатации нефтепромыслового оборудования (НГПО).
- Задачи повышения надежности НГПО.

Раздел 2. Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО

- Показатели безотказности НГПО.
- Показатели ремонтпригодности НГПО.
- Иерархические структурные схемы.
- Основы оценки надежности оборудования по статистическим данным об отказах
- Обработка статистической информации для оценки показателей надежности.
- Построение статистического ряда информации.
- Выбор теоретического закона распределения.

Раздел 3. Прогнозирование надежности при проектировании НГПО.Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнашивания

- Прогнозирование надежности НГПО.
- Классификация отказов НГПО.
- Определение нормируемых показателей надежности НГПО.
- Порядок прогнозирования надежности НГПО.
- Причины отказов НГПО.
- Методы повышения надежности НГПО.
- Методы определения сроков технического обслуживания и ремонта.
- Методы расчета показателей надежности.
- Статистический анализ количества отказов НГПО.
- Аналитический метод анализа надежности НГПО.
- Графический метод анализа надежности НГПО.

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
eLIBRARY.RU - научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/
Библиотека справочных материалов Wikipedia	http://wikipedia.ru

Журнал "Rogtec - Российские нефтегазовые технологии"	http://www.rogtec magazine.com
Журнал "Бурение и нефть".	http://www.burneft.ru
Журнал "Нефтегазовое дело"	http://www.ogbus.ru
Журнал "Нефтегазовые технологии"	https://neftegaz.ru/
Информационный портал компании "Газпром".	http://www.gazprom.ru
Сайт АО "Аскон" в Интернете (компас 3D)	http://edu.ascon.ru/
Статьи Общества инженеров-нефтяников (SPE)	http://www.spe.org
Электронно-библиотечная система "Инфра-М"	http://znanium.com/
Электронно-библиотечная система "Лань"	http://e.lanbook.com/
Электронный каталог УГНТУ в интернете	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	1-102	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиатура Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Bu(4)); Компьютер в сборе (жест. диск 3,5, мат. плата, монитор ACER, опер. память, проц, клавиатура, мышь)(1); 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.
2	1-321	IP-камера KCM-3911(6); Лампа с оригинальным модулем для проектора EPSON EB-X12(1); Монитор ЖК Acer V22 3HQBB(1); Ноутбук Sony Vaio Sve 1713E1R/B(1); Сервер INTEL(1); Сервер Intel(1); Сервер Кламас(1); Сервер в сборе INTEL SR2612URR(1); Шкаф монтажный телекоммуникационный 19" напольный (600*1000*2055)(1); Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
3	1-404	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG, клавиатура Genius, мышь Genius, сетев. разветв. Bu(1)); Копир Canon FS-128**(1); Лазерный принтер Kyocera FS-1320D(1); Макет-Технология диагностики и ремонта трубопроводов (действующий)(1); Макет-схема установки сепарации нефти для очистки от газа и воды(1); Многофункциональное устройство (МФУ)(1); Монитор PHILIPS 196V3LSB5/00(01)(2); Принтер HP LJ 1020(Q5911A) A4 лазерный**(1); Принтер HP LJ 1022N(Q5913A) A4 лазерный(1); Экран настенный рулонный 200*200см(1); Химические реактивы; набор химических реактивов; образцы листовой стали марки Ст.3, 40Х 09Г2С, 12Х10Т (по 0,3 т); образцы металлов; экран подвесной; Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.

4	1-404	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(1);Копир Canon FS-128**(1);Лазерный принтер Kyocera FS-1320D(1);Макет-Технология диагностики и ремонта трубопроводов(действующий)(1);Макет-схема установки сепарации нефти для очистки от газа и воды(1);Многофункциональное устройство (МФУ)(1);Монитор PHILIPS 196V3LSB5/00(01)(2);Принтер HP LJ 1020(Q5911A) A4 лазерный**(1);Принтер HP LJ 1022N(Q5913A) A4 лазерный(1);Экран настенный рулонный 200*200см(1);Химические реагенты;набор химических реактивов;образцы листовой стали марки Ст.3, 40Х 09Г2С, 12Х10Т (по 0,3 т);образцы металлов;экран подвесной;Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
5	1-407	2-х полосный настенный громкоговоритель Apart Mask4T-W(4);Вокальная радиосистема с ручным передатчиком и капсюлем AKG WMS40 Mini Vocal Set(1);Коммутатор D-Link(1);Компьютер в комплекте (системный блок Crone,монитор Samsung, мышь,клавиатура Log(14);Мобильная стойка для телевизора Onkron TS2080(1);Монитор Acer V173Dbm "Black" 17"(14);Ноутбук ASUS Vivo Book S400CA-CA025(1);Системный блок Intel Core 2 Duo (+ж.д.+блок пит.+привод+клавиатура,мышь)(14);Телевизор Samsung UE85DU7100UXRU(1);Экран настенный рулонный 200*200см(1);Экран подвесной;ноутбук;проектор;Учебно-наглядные пособия по дисциплине,набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
6	1-407	2-х полосный настенный громкоговоритель Apart Mask4T-W(4);Вокальная радиосистема с ручным передатчиком и капсюлем AKG WMS40 Mini Vocal Set(1);Коммутатор D-Link(1);Компьютер в комплекте (системный блок Crone,монитор Samsung, мышь,клавиатура Log(14);Мобильная стойка для телевизора Onkron TS2080(1);Монитор Acer V173Dbm "Black" 17"(14);Ноутбук ASUS Vivo Book S400CA-CA025(1);Системный блок Intel Core 2 Duo (+ж.д.+блок пит.+привод+клавиатура,мышь)(14);Телевизор Samsung UE85DU7100UXRU(1);Экран настенный рулонный 200*200см(1);Экран подвесной;ноутбук;проектор;Столы, стулья	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
7	1-410	Компьютер в комплекте Intel (монитор LG,клава Genius.мышьGenius,сетев.разветв Bu(7);Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
8	1-420	Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

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	AutoCad	Дата выдачи лицензии 01.01.2017, Поставщик: академическая подписка Autodesk
2	AVP Kaspersky Lab	Дата выдачи лицензии 18.01.2013

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
3	Mathematica Standard Edition 9.0.0.0.0, RU	Дата выдачи лицензии 20.12.2012
4	Office Professional Plus 2010 MICROSOFT	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
5	PTC Mathcad	Дата выдачи лицензии 20.11.2013
6	КОМПАС 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Аскон-Уфа"
7	Компас 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Аскон-Уфа"
8	Компас 3D «Аскон»	Дата выдачи лицензии 23.10.2009

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: (37750) Обеспечение надежности нефтегазового оборудования

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Нефтепромысловые машины и оборудование (НПМО);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	6		6	Надежность механических систем: учебник / В.А. Зорин – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 380 с.	1	http://www.znaniyum.com	1.00
Дополнительная литература	Для изучения теории;	6		6	Надежность технических систем: учебное пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. – Москва: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 167 с.	1	http://www.znaniyum.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (37750) Обеспечение надежности нефтегазопромыслового оборудования

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Форма обучения очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Нефтепромысловые машины и оборудование (НПМО);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения лабораторных работ;	6		6	Исследования надежности технических систем: учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ / сост. А.Ю. Давыдов. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 327 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	6		6	Расчет показателей надежности восстанавливаемой и невосстанавливаемой систем: учебно-методическое пособие к выполнению практических работ / сост. А.Ю. Давыдов. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 793 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО; Для выполнения практических занятий;	6		6	Обработка информации о надежности нефтегазопромыслового оборудования: учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы / сост. А.Ю. Давыдов. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 849 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения СРО;	6		6	Обеспечение надежности нефтегазопромыслового оборудования: учебно-методическое пособие к выполнению самостоятельной работы / сост. А.Ю. Давыдов. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 130 Кб.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Приложение Б

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОКТФЛ

_____ В.Ш. Мухаметшин
27.06.2024

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(37750) Обеспечение надежности нефтегазопромыслового оборудования**

Направление подготовки (специальность): 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Направленность: специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Уровень высшего образования: специалитет

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Нефтепромысловые машины и оборудование (НПМО);

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

Октябрьский 2024

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	Основные термины и понятия, применяемые в теории надежности	З(ПК-5)	производственные риски и причины образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; требования к производственным заданиям на капитальный ремонт скважин	ПК-5.3 Способен выявлять и оценивать производственные риски в различных обстоятельствах	Называет производственные риски и причины образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин	Письменный и устный опрос Тест
2	Показатели надежности и ремонтпригодности НГПО	У(ПК-5)	оценивать производственные риски и причины образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин; пользоваться информацией о технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; выдавать производственные задания на капитальный ремонт скважин	ПК-5.3 Способен выявлять и оценивать производственные риски в различных обстоятельствах	Оценивает производственные риски и причины образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин	Письменный и устный опрос Разноразные задания Тест
3	Прогнозирование надежности при проектировании НГПО. Определение нормируемых показателей надежности НГПО. Классификация видов изнаши-	В(ПК-5)	навыками выявления и оценки производственных рисков образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетатель-	ПК-5.3 Способен выявлять и оценивать производственные риски в различных обстоятельствах	Выявляет производственные риски образования осложнений и аварий при эксплуатации добывающих и нагнетательных сква-	Лабораторная работа Письменный и устный

	вания		ных скважин; навыками применения информации о технологии ремонта нефтяных и газовых скважин; навыками разработки производственных заданий на проведение капитального ремонта скважин		жин	опрос Разно- уровне- вые зада- чи и за- дания Тест
--	-------	--	--	--	-----	--

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

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	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их защите	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по содержанию и оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по оформлению в соответствии требований, но по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите даны неполные ответы на дополнительные вопросы оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по оформлению в несоответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы оценка «неудовлетворительно» вы-

				ставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по оформлению и по содержанию в соответствии требований. К защите не допускается «зачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по содержанию и оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы «незачтено» выставляется обучающемуся, если лабораторная работа выполнена по оформлению и по содержанию в соответствии требований. К защите не допускается
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	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если обучающийся дал полные ответы на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы даны полные ответы оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если обучающийся дал полные ответы на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы даны неполные ответы оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся дал неполные ответы на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы даны неполные ответы оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся не дал ответ на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы также не даны ответы «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающимся дан полный ответ на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы даны полные ответы «незачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не дал ответ на поставленные вопросы, на дополнительные вопросы также не даны ответы

3	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий	оценка <i>«отлично»</i> выставляется обучающемуся, если практическая работа выполнена по содержанию и оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы оценка <i>«хорошо»</i> выставляется обучающемуся, если практическая работа выполнена по оформлению в соответствии требований, но по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите даны неполные ответы на дополнительные вопросы оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если практическая работа выполнена по оформлению в несоответствии требований, и по содержанию выявлены неточности в расчетах, на защите не даны ответы на дополнительные вопросы оценка <i>«неудовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если практическая работа выполнена по оформлению и по содержанию в несоответствии требований. К защите не допускается <i>«зачтено»</i> выставляется обучающемуся, если задача выполнена по содержанию и оформлению в соответствии требований, на защите даны ответы на дополнительные вопросы <i>«незачтено»</i> выставляется обучающемуся, если задача выполнена по оформлению и по содержанию в несоответствии требований. К защите не допускается
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	оценка <i>«отлично»</i> выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 91-100 баллов оценка <i>«хорошо»</i> выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 78-90 баллов оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если обучающийся набрал 61-77 баллов оценка <i>«неудовлетворительно»</i> выставляется обучающемуся, если

				обучающийся набрал менее 61 балла «зачтено» выставляется обучающе- муся, если если обучающийся набрал 61-100 баллов «незачтено» выставляется обучаю- щемуся, если если обучающийся набрал менее 61 балла
--	--	--	--	--

Приложение В

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

Разноуровневые задачи и задания.

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

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Davydov12611.pdf

1 Задачи репродуктивного уровня

Задача 1 - Отказы нефтегазового оборудования

Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с постоянными во времени интенсивностями отказов элементов

Определить:

Для выбранной структурной схемы системы, интенсивности отказов элементов ? которой известны, определить:

1. Вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$ за заданное время t .
2. Плотность вероятности отказа системы $f_c(t)$ в момент времени t .
3. Вероятность появления отказа $Q_c(t)$ за заданное время t .

2 Задачи реконструктивного уровня

Задача 2 – Исследования надежности нефтегазового оборудования

Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с постоянными во времени интенсивностями отказов элементов

Определить:

1. Вероятность безотказной работы системы $P_c(t)$ за заданное время t .
2. Среднюю наработку до отказа T_0 .
3. Частоту отказов $f_c(t)$
4. Интенсивность отказа системы ?с.

3 Задачи творческого уровня

Задача 3 - Расчеты показателей надежности нефтегазового оборудования

Расчет показателей надежности восстанавливаемой системы

Определить:

1. Интенсивность отказов системы
2. Нарботку на отказ, среднее время восстановления и коэффициент готовности
3. Функцию готовности системы
4. Табулируя функцию от 0 до 20 часов с шагом 2 часа, получить значения и привести их в таблице
5. Коэффициент оперативной готовности
6. Табулируя от 0 до 20 часов с шагом 2 часа, получить значения и привести их в таблице

Тест.

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

1. Термин, означающий потерю работоспособности:
 - 1) поломка;
 - 2) неисправность;
 - 3) отказ;
 - 4) неработоспособность;
 - 5) выход из строя;

- 6) авария.
2. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких основных параметров:
 - 1) перемежающийся отказ;
 - 2) сбой;
 - 3) постепенный отказ;
 - 4) явный отказ;
 - 5) внезапный отказ;
 - 6) частичный отказ.
 3. Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния:
 - 1) деградационный отказ;
 - 2) ресурсный отказ;
 - 3) эксплуатационный отказ;
 - 4) прогнозируемый отказ;
 - 5) непрогнозируемый отказ;
 - 6) производственный отказ.
 4. Ресурс, исчисляемый от начала эксплуатации объекта до его перехода в предельное состояние:
 - 1) назначенный ресурс;
 - 2) полный ресурс;
 - 3) межремонтный ресурс;
 - 4) доремонтный ресурс;
 - 5) послеремонтный ресурс;
 - 6) средний ресурс.
 5. Изнашивание вследствие циклического воздействия на микровыступы трущихся поверхностей:
 - 1) абразивное;
 - 2) усталостное;
 - 3) адгезионное;
 - 4) окислительное;
 - 5) коррозионное;
 - 6) изнашивание в условиях избирательного переноса.

Лабораторная работа.

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

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrski/Davydov12614.pdf

Лабораторная работа №1 - Исследование надежности нерезервированной технической системы

Лабораторную работу следует выполнять в такой последовательности:

1. Вычислить показатели надежности системы $P_c(t)$ и T_1 . Значение вероятности безотказной работы $P_c(t)$ следует получить при $t = T$ и $t = T_1$.
2. Исследовать функцию риска системы по точной формуле, для чего:
 - получить формулу риска для заданных p_i , q_i , r_i .
 - исследовать зависимость $R_c(t)$, представив функцию в виде графика и таблицы;
 - вычислить значение риска для исходных данных своего варианта при $t = T$ и $t = T_1$.
3. Исследовать зависимость $GR(t,n)$ при допущении, что элементы системы равнонадежны и интенсивность отказа каждого элемента равна их средней интенсивности отказов

4. Сделать выводы.

По результатам лабораторной работы представляется отчет, в котором обязательными являются следующие пункты:

1. Постановка задачи.
2. Расчетные формулы.
3. Численные значения показателей надежности и риска исследуемой системы.
4. Значение времени непрерывной работы системы, при котором обеспечивается требуемое значение риска.
5. Графики и таблицы функций риска.
6. Выводы по результатам исследований.

Лабораторная работа №2 - Исследование надежности восстанавливаемой нерезервированной системы

Лабораторную работу целесообразно выполнять в такой последовательности:

1. Определить наработку на отказ системы.
2. Исследовать функцию и коэффициент готовности системы.
3. Выполнить анализ риска системы.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

1. Постановка задачи.
2. Уравнения и расчеты формулы.
3. Таблицы и графики.
4. Выводы по каждому пункту и по результатам работы в целом.

Лабораторная работа №3 - Исследование надежности резервированной восстанавливаемой системы

Лабораторную работу целесообразно выполнять в такой последовательности:

1. Определить наработку на отказ Т и коэффициент готовности КГ системы при двух видах резервирования, одной и двух бригадах обслуживания.
2. Найти вероятность безотказной работы резервированных систем.
3. Вычислить среднее время безотказной работы резервированных систем.
4. Определить техногенный риск исходной системы и резервированных систем при различных характеристиках обслуживания.

Результаты расчетов необходимо сопровождать выводами.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие пункты:

- 1) Постановка задачи.
- 2) Результаты расчетов в виде формул и таблиц.
- 3) Выводы по результатам работы.

Письменный и устный опрос.

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

1. Значение стандартизации в области надёжности.
2. Расчёт параметров статистического распределения.
3. Общие зависимости теории надёжности.
4. Ремонт и техническое обслуживание. Виды ремонтных работ.
5. Использование структурной схемы для прогнозирования надёжности.
6. Виды и типы стандартов по обеспечению надёжности.
7. Анализ диагностического сигнала.
8. Стандарты по обеспечению надёжности.
9. Прогнозирование надёжности машин с помощью структурных схем.
10. Этапы развития и становления науки о надёжности.
11. Диагностические признаки.

12. Определение минимального числа объектов наблюдения.
13. Контроль качества и надёжности продукции в процессе её изготовления.
14. Построение статистического ряда информации.
15. Обработка статистической информации о надёжности нефтепромысловых машин.
16. Износ. Виды и типы износа.
17. Система технического обслуживания и ремонта техники.
18. Параметры статистического распределения.
19. Деформации и изломы.
20. Основные направления при стандартизации надёжности.
21. Вопросы, изучаемые наукой о надёжности.
22. Нормирование показателей надёжности.
23. Технологическая надёжность оборудования. Дефектоскопия.
24. Стандартизация систем по управлению качеством.
25. Основные показатели надёжности.
26. Понятие о линейной и нелинейной теории точности Н. Г. Бруевича.
27. Обеспечение надёжности при производстве машин.
28. Классификация видов и методов испытаний.
29. Требования времени к подготовке специалистов-механиков в области надёжности и безопасности производства.
30. Понятие структурной схемы. Методы построения и анализа структурных схем.
31. Законы распределения случайных величин, применяемых в теории надёжности.
32. Формирование показателей надёжности сложной системы.
33. Теоретическая база науки о надёжности.
34. Критерии Романовского, Ирвина и Груббса.
35. Выбор теоретического закона распределения.
36. Три основные группы разрушения металлов.
37. Случайные величины и способы их описания.
38. Изнашивание. Интенсивность изнашивания.
39. Надёжность технологического процесса. Испытание на надёжность.
40. Природа и классификация процессов изнашивания.
41. Термины и определения, применяемые в теории надёжности изделия.
42. Виды разрушений деталей бурового и нефтепромыслового оборудования.
43. Цели и задачи теории надёжности. Развитие надёжности как науки.
44. Диагностика машин. Задачи технической диагностики.
45. Терминология теории надёжности.
46. Применение автоматики для повышения надёжности машин.
47. Задачи и этапы прогнозирования надёжности машин.
48. Проверка гипотез по критериям согласия.
49. Повышение сопротивляемости машин внешним воздействиям.
50. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР).
51. Объекты испытаний на надёжность.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Филиал ФГБОУ ВО

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Октябрьском

Билет №1

по курсу «Обеспечение надёжности нефтегазопромыслового оборудования»

1. Расчёт параметров статистического распределения.
2. Деформации и изломы.
3. Три основные группы разрушения металлов.

Доцент

А.Ю. Давыдов

Примеры ответов на вопросы:

1. Цели и задачи теории надёжности:

Современное развитие техники характеризуется разработкой и эксплуатацией изделий, представляющих собой сложные технические системы и комплексы. Важным свойством таких систем является надёжность.

Надёжность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Теория надёжности – это наука о методах обеспечения и сохранения надёжности при проектировании, изготовлении и эксплуатации изделий.

При проектировании и расчете машины закладывается ее надёжность. Она зависит от конструкции машины и ее узлов, применяемых материалов, методов защиты от различных вредных воздействий, системы смазки, приспособленности к ремонту и обслуживанию и других конструктивных особенностей.

При изготовлении (производстве) машины обеспечивается ее надёжность. Она зависит от качества изготовленных деталей, методов контроля выпускаемой продукции, возможностей управления ходом технологического процесса, от качества сборки машины и ее узлов, методов испытания готовой продукции, и других показателей технологического процесса.

При эксплуатации машины реализуется ее надёжность. Показатели безотказности и долговечности проявляются только в процессе использования машины и зависят от методов и условий эксплуатации машины, принятой системы ее ремонта, методов технического обслуживания, режимов работы и других эксплуатационных факторов.

Развитие науки о надёжности происходило по следующим основным направлениям.

Первое направление, которое возникло в радиоэлектронике, связано с развитием математических методов оценки надёжности, особенно применительно к сложным системам, со статистической обработкой эксплуатационной информации, с разработкой структур сложных систем, обеспечивающих высокий уровень надёжности.

Второе направление, которое возникло в машиностроении, связано с изучением физики отказов (износа, усталостной прочности, коррозии), с разработкой методов расчета на прочность, износ, теплостойкость и др., с применением технологических приемов, обеспечивающих необходимую надёжность машины.

Третье направление: процесс взаимного слияния этих двух направлений, перенесение рациональных идей из одной области в другую и формирование на этой основе единой науки о надёжности изделий.

2. Основные показатели надёжности:

Надёжность — свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Наработка – продолжительность или объем работы объекта, измеряемый в часах, километрах, циклах или др. единицах. Различают суточную наработку, месячную наработку, наработку до первого отказа, наработку между отказами и др.

Надёжность НПО обуславливается его безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью.

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Предельное состояние - это состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Ремонтпригодность — свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупрежде-

нию и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния проведением технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость — свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и работоспособности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

3. Задачи и этапы прогнозирования надёжности машин:

Основные классы задач прогнозирования надёжности машин могут быть сформулированы следующим образом:

1. Предсказание закономерности изменения надёжности машин в связи с перспективами развития производства, внедрением новых материалов, повышением прочности деталей.
2. Оценка надёжности проектируемой машины до того, как она будет изготовлена. Эта задача возникает на стадии проектирования.
3. Прогнозирование надёжности конкретной машины (узла, агрегата) на основании результатов изменения ее параметров.
4. Прогнозирование надёжности некоторой совокупности машин по результатам исследования ограниченного числа опытных образцов. С задачами такого типа приходится сталкиваться на этапе производства техники.
5. Прогнозирование надёжности машин в необычных условиях эксплуатации (например, при температуре и влажности окружающей среды выше допустимой).

При прогнозировании надёжности машин придерживаются следующей последовательности:

1. Проводят классификация деталей и сборочных единиц по принципу ответственности. К деталям и сборочным единицам, отказы которых опасны для жизни людей, устанавливают более высокие требования безотказности.
2. Формулируют понятия отказа деталей и сборочных единиц проектируемой системы. При этом необходимо учитывать только те детали и сборочные единицы, отказ которых приводит к полной или частичной утрате работоспособности системы.
3. Выбирают метод прогнозирования надёжности в зависимости от этапа проектирования системы, точности исходных данных и принятых допущений.
4. Составляют структурную схему изделия, включающую основные функциональные детали и сборочные единицы, в том числе детали и сборочные единицы силовых и кинематических цепей, расположенные по уровням в порядке их подчиненности, и отражающую связи между ними.
5. Рассматривают все детали и сборочные единицы, начиная с верхнего уровня структурной схемы и кончая нижним, с подразделением их на следующие группы:
 - а) детали и сборочные единицы, показатели которых следует определять расчетными методами;
 - б) детали и сборочные единицы с заданными показателями надёжности, включая назначенные параметры потока отказов;
 - в) детали и сборочные единицы, показатели надёжности которых следует определять опытно-статистическими методами или методами испытаний.
6. Для деталей и сборочных единиц, надёжность которых определяют расчетными методами:
 - определяют спектры нагрузок и другие особенности эксплуатации, для чего составляют функциональные модели изделия и его сборочных единиц, которые, например, могут быть представлены матрицей состояний;
 - составляют модели физических процессов, приводящих к отказам,
 - устанавливают критерии отказов и предельных состояний (разрушение от кратковременных перегрузок, наступление предельного износа и др).
 - классифицируют их на группы по критериям отказов и выбирают для каждой группы соответствующие методы расчета.
7. Строят при необходимости графики зависимости показателей надёжности от времени, на основании которых сравнивают надёжности отдельных деталей и сборочных единиц, а также различных вариантов структурных схем системы.
8. На основании проведенного прогнозирования надёжности делают вывод о пригодности системы для применения по назначению. Если расчетная надёжность окажется ниже заданной, разрабатывают мероприятия, направленные на повышение надёжности рассчитываемой системы.