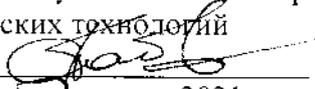


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий  
  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г. Саблин П.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования»

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и обо- рудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук



Отряскина Т.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



Сариков М.Ю.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 20.10.2015 №1170, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Оборудование нефтегазопереработки» по направлению подготовки «15.03.02 Технологические машины и оборудование».

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ознакомление с научными методами исследования надежности и долговечности оборудования нефтегазопереработки;</li> <li>– изучение особенностей проектирования, эксплуатации и ремонта оборудования нефтегазопереработки с точки зрения надежности и долговечности оборудования;</li> <li>– изучение основных направлений развития и модернизации оборудования нефтегазопереработки в целях обеспечения надежности;</li> <li>– развитие практических навыков по организации и проведению исследований в области повышения надежности оборудования;</li> <li>– освоение различных методов анализа и обработки данных в области надежности и долговечности оборудования нефтегазопереработки.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количественные и качественные характеристики надежности.</li> <li>2. Законы распределения времени между отказами оборудования нефтегазопереработки.</li> <li>3. Методы расчета. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов оборудования.</li> <li>4. Требования, предъявляемые к надежности сложных систем. Методы повышения надежности оборудования.</li> </ol>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Профессиональные</b>			
ПК-9 умением применять методы	знать методики	уметь анализиро-	владеть навы-

контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	определения остаточного ресурса	вать информацию по результатам осмотра	ком расчета показателей надежности
--	---------------------------------	--	------------------------------------

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования» изучается на 4, 5 курсе, 8, 9 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Б1.В.ДВ.07.01 Основы технической диагностики нефтегазового оборудования», «Б1.В.ДВ.07.02 Мониторинг и диагностика технологического оборудования», «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)».

Дисциплина «Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	10
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, прак-	6

тикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачёт	4

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1</b> Надежность технических систем. Количественные и качественные характеристики надежности.	1	2		24
<b>Раздел 2</b> Законы распределения времени между отказами оборудования нефтегазопереработки. Их анализ и сравнение.	1			22
<b>Раздел 3</b> Методология расчета. Расчет характеристик надежности технических систем восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов оборудования.	1	2		24
<b>Раздел 4</b> Требования, предъявляемые к надежности технических систем. Методы повышения надежности оборудования.	1	2		24
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	4	6		94

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	16
Изучение теоретических разделов дисциплины	20
Выполнение и защита РГР	58

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

1 Долгин, В. П. Надежность технических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие/Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Рыков, В. В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3 Кравченко, Е.Г. Надёжность технических систем в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2014. - 125с.

4 Кравченко, Е.Г. Надёжность технических систем в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2014. – 125 с.

5 Воскобоев, В.Ф. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов. Ч.1: Надёжность технических систем / В. Ф. Воскобоев. - М.: Альянс: Путь, 2015; 2008. – 199 с.

### 8.2 Дополнительная литература

1 Надёжность и диагностика технологических систем : учебник для вузов / Ю. А. Бондаренко, М. А. Федоренко, А. А. Погонин, Т. М. Санина. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2016. - 212с.

2 Бочкарев, С.В. Диагностика и надёжность автоматизированных технологических систем : учебное пособие для вузов / С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2017; 2013. - 615с.

### **8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1 Естественно-научный образовательный портал федерального портала «Российское образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://en.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2 Научная электронная библиотека eLIBRARY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. – Загл. с экрана.

3 КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

4 IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/366.html> ограниченный. – Загл. с экрана, ограниченный. – Загл. с экрана.

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### 9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.  
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
112-2	Лаборатория машин и аппаратов химических производств	Персональный компьютер с выходом в интернет	Демонстрация теоретического и экспериментального материала, выступление с докладом
2066-2	Компьютерный зал	Персональные компьютеры с выходом в интернет	Проведение практических занятий

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказа-

ния помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Основы надежности нефтеперерабатывающего оборудования»

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	8	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Профессиональные</b>			
ПК-9 умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	знать методики определения остаточного ресурса	уметь анализировать информацию по результатам осмотра	владеть навыком расчета показателей надежности

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<p><b>Раздел 1</b> Надежность технических систем. Основные понятия и характеристики надежности.</p> <p><b>Раздел 2</b> Законы распределения времени между отказами оборудования нефтегазопереработки. Их анализ и сравнение.</p> <p><b>Раздел 3</b> Методология расчета. Расчет показателей надежности технических систем</p> <p><b>Раздел 4</b> Основы теории и практики техногенного риска.</p>	<b>ПК-9</b>	Доклад на практическом занятии по результатам выполненной практической работы	1) Способность анализировать и обобщать информацию. 2) Способность синтезировать новую информацию. 3) Способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения. 4) Полнота ответов на поставленные вопросы.
		Конспект лекций студента	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
		Текущий опрос на занятиях	1) Полнота и глубина ответа на поставлен-

			ный вопрос. 2) Умение логически и технически грамотно построить ответ.
		Расчетно-графическая работа (РГР) Практические работы	1) Владение умением применять теоретические знания в выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Достаточность пояснений и выводов.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6,7 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет»</b>			
Конспект лекций студента	В течение семестра	10	<p><b>10 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все лекции в наличии;</li> <li>– конспект ведётся аккуратно и понятно;</li> <li>– тексты отличаются логическим построением и связностью;</li> <li>– студент легко ориентируется в пройденном материале.</li> </ul> <p><b>8 балла:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все лекции в наличии;</li> <li>– конспект ведётся понятно и связно;</li> <li>– студент хорошо ориентируется в пройденном материале.</li> </ul> <p><b>6 балла:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все лекции в наличии;</li> <li>– конспект не отличается связ-</li> </ul>

			<p>ностью и аккуратностью;  студент с трудом ориентируется в пройденном материале.  <b>4 балла:</b>  – много пропущенных лекций;  – тексты в конспекте разбираются с трудом;  студент плохо ориентируется в пройденном материале.  <b>0 баллов:</b> конспекта л</p>
Текущий опрос на занятиях	В течение семестра	10	<p><b>10 баллов:</b> правильных ответов 100-75%.  <b>8 балла:</b> правильных ответов 74-55%.  <b>6 балла:</b> правильных ответов 54-35%.  <b>4 балла:</b> правильных ответов 34-25%.</p>
Расчетно-графическая работа (РГР)	В течение семестра	80	<p><b>80 баллов:</b>  – задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016;  – студент точно ответил на поставленные вопросы.  <b>60 баллов:</b>  – задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016;  студент ответил на поставленные вопросы с небольшими затруднениями.  <b>40 баллов балла:</b>  – задание выполнено в соответствии с требованиями РД 013-2016;  – имеет место неполнота изложения и анализа приведенной информации;  студент затрудняется с ответами на поставленные вопросы.  <b>20 баллов:</b>  – задание выполнено с нарушениями требований РД 013-2016;  – имеет место неполнота изложения информации;  студент не может ответить на поставленные вопросы.  <b>0 баллов:</b> задание не выполнено.</p>
<b>ИТОГО:</b>		100 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов</p>			

### Задания для текущего контроля успеваемости

Текущий опрос на занятиях осуществляется по тестам 10 – 12 тестовых вопросов для каждого раздела.

*Тестовые и контрольные вопросы к отдельным разделам дисциплины*

Вопрос	Ответ
1. Надежность как свойство аппаратуры проявляется:	1. В процессе эксплуатации 2. В процессе простоя
2. Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем	1. Предельное состояние 2. Ремонтпригодность 3. Сохраняемость 4. Долговечность
3. Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта....	1. Долговечность 2. Безотказность 3. Ремонтпригодность 4. Предельное состояние
4. Длительность и число циклов характеризуют...	1. Надежность системы 2. Характер эксплуатации
5. Отказы и временные составляющие цикла эксплуатации - это: ...	1. Случайные процессы 2. Количественные характеристики 3. Качественные характеристики
6. Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его рабо-	1. Безотказность 2. Долговечность 3. Предельное состояние 4. Ремонтпригодность
7. Плотность распределения времени работы аппаратуры до ее отказа - это:	1. Частота отказов 2. Вероятность безотказной работы 3. Характеристика цикла работы
8. Частота отказов характеризует:	1. Время возникновения отказов 2. Среднюю частоту отказов
9. Число отказов аппаратуры в единицу времени - это: ...	1. Суммарная частота отказов 2. Средняя частота отказов 3. Оптимальная частота отказа-
10. Интенсивность отказов является:	1. Количественной характеристикой надежности 2. Качественной характеристикой надеж-

11. К коэффициентам надежности не относятся: . . .	1. Коэффициент эффективности 2. Коэффициент готовности
12. Коэффициент готовности зависит:	1. От времени эксплуатации аппаратуры 2. От качества составляющих матери-
13. Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает...	1. Вероятность безотказной работы 2. Средняя наработка до отказа 3. Интенсивность отказов
14. Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваем-	1. Интенсивность отказов 2. Вероятность безотказной работы 3. Средняя наработка до отказа 4. Средняя наработка на отказ
15. К коэффициентам, характеризующим частоту профилактических мероприятий	1. Частота профилактики 2. Коэффициент готовности 3. Коэффициент значимости 4. Коэффициент надежности
16. Что позволяет сделать коэффициент отказов?	1. Выделить элементы, надежность которых необходимо повысить 2. Определить качество аппаратуры 3. Провести анализ степени готовности оборудования к работе
17. Отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому	1. Средняя наработка до отказа 2. Средняя наработка на отказ 3. Вероятность безотказной работы 4. Интенсивность отказов
18. Коэффициент отказов характеризует: ...	1. Элементарную структуру системы 2. Количественный состав материалов 3. Качественный состав материалов
19. Общая черта коэффициента отказов и относительного коэффициента отказов:	1. Характеризуют надежность элементов в аппаратуре 2. Взаимозаменяемы
20. При определении какого коэффициента учитывается условие: $C_3 + C_n = C = \min$ ?	1. Стоимости эксплуатации 2. Готовности 3. Отказа элемента
21. Как называется закон распределения времени возникновения отказов, где интенсивность отказов является величиной постоянной?	1. Экспоненциальный 2. Нормальный 3. Пуассона

<p>22. Среднее время безотказной работы (Т) для экспоненциального закона распределения равно: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{1}{\lambda}</math></li> <li>2. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> <li>3. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>4. <math>\frac{k}{\lambda_0}</math></li> </ol>
<p>23. Интенсивность отказов <math>A,(t)</math> по закону Релея равна: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> <li>2. <math>\frac{k}{\lambda_0}</math></li> <li>3. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>4. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> </ol>
<p>24. Средняя наработка до первого отказа (Т) для Гамма-распределения равна: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{k}{\lambda_0}</math></li> <li>2. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> <li>3. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>4. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> </ol>
<p>25. Вероятность безотказной работы <math>P(t)</math> для экспоненциального закона равна: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>e^{-\lambda t}</math></li> <li>2. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> <li>3. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>4. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> </ol>
<p>26. Частота отказов <math>a(t)</math> для экспоненциального закона равна: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>2. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> <li>3. <math>e^{-\lambda t}</math></li> <li>4. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> </ol>
<p>27. Вероятность безотказной работы <math>P(t)</math> для распределения Вейбулла равна: ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>e^{-\lambda t^h}</math></li> <li>2. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> <li>3. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> <li>4. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> </ol>

28. Средняя наработка до первого отказа (Т) по закону Релея равна: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sigma</math></li> <li>2. <math>\lambda \cdot e^{-\lambda t}</math></li> <li>3. <math>e^{-\lambda t^h}</math></li> <li>4. <math>\frac{t}{\sigma^2}</math></li> </ol>
29. Для нормального закона распределения $A,(t)$ интенсивность отказов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сильно растет</li> <li>2. Уменьшается</li> <li>3. Величина постоянная</li> </ol>
30. Какого закона распределения нет?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспоненциального</li> <li>2. Вейбулла</li> </ol>
31. При расчете надежности отказ элемента является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Событием случайным и независимым</li> <li>2. Закономерным событием</li> <li>3. Событием, зависящим от строго определенного ряда причин</li> </ol>
32. Какой величиной является интенсивность отказов на практике?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постоянной</li> <li>2. Переменной</li> <li>3. Зависимой</li> </ol>
33. На каких допущениях не основывается прикидочный расчет?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Все элементы не зависимы друг от друга</li> <li>2. Все элементы изделия равнонадежны</li> <li>3. Опасность отказов элементов не зависит от времени</li> </ol>
34. Какие показатели не используются для определения надежности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масса элементов</li> <li>2. Вид соединения элементов</li> <li>3. Типы и число элементов</li> </ol>
35. На основании рассмотрения строения атомов и молекул и образования из них кристаллических решеток твердых тел или иных структур выявляются закономерности кото-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Макроскопический уровень</li> <li>2. Микроскопический уровень</li> <li>3. Субмикроскопический уровень</li> </ol>
36. Исходит из анализа процессов, происходящих в небольшой области. Полученные при этом закономерности в даль-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Микроскопический уровень</li> <li>2. Макроскопический уровень</li> <li>3. Субмикроскопический уровень</li> </ol>
37. Какую систему полезно применять при расчетах характеристик надежности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интервальную</li> <li>2. Дифференцированную</li> </ol>

38. Первый элемент алгоритма расчета надежности: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формулирование понятия отказа</li> <li>2. Выбор метода расчета</li> <li>3. Составление таблицы расчета</li> </ol>
39. При расчете количественных характеристик надежности отчет не должен содержать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и задачи применения прибора</li> <li>2. Оценку точности расчета</li> <li>3. Формулировку понятия отказа системы</li> </ol>
40. Схема расчета надежности не должна включать: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие отказа</li> <li>2. Время работы каждого элемента</li> <li>3. Конструктивно оформленные блоки</li> </ol>
41. Как называется соединение, при котором отказ наступает только после отказа:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Резервированное</li> <li>2. Раздельное</li> <li>3. Общее</li> </ol>
42. В каком состоянии не могут находиться резервные элементы при включении?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В свободном</li> <li>2. В нагруженном</li> <li>3. В обрыве</li> </ol>
43. Показатель $P(t)$ - это: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вероятность безотказной работы элемента</li> <li>2. Общее число основных резервных систем</li> <li>3. Число отказов</li> </ol>
44. Как называется основной параметр резервирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кратность</li> <li>2. Нагруженность</li> <li>3. Деградация</li> </ol>
45. Как называется один из видов отказов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Короткое замыкание</li> <li>2. Отключение</li> <li>3. Обрыв</li> </ol>
46. Высокая надежность автоматических систем приводит: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. К эффективному их использованию</li> <li>2. К увеличению времени их простоя</li> <li>3. К увеличению эксплуатационных расходов</li> </ol>
47. Автоматическая система должна иметь: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимальную надежность</li> <li>2. Неограниченный срок службы</li> <li>3. Универсальный набор комплектующих</li> <li>4. Максимальное быстродействие</li> </ol>
48. Какой из методов не относится к методам повышения надежности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удешевление</li> <li>2. Уменьшение интенсивности отказов системы</li> <li>3. Сокращение времени непрерывной работы</li> </ol>
49. Основное положительное свойство резервирования: . . .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позволяет из малонадежных элементов проектировать надежные системы</li> <li>2. Позволяет проектировать системы из стандартных элементов</li> <li>3. Создает дополнительный запас прочности</li> </ol>

50. С увеличением времени непрерывной работы резервированной системы ее коэффициент готовности	1. Падает 2. Растет 3. Остается неизменным 4. Изменяется по экспоненте
51. В чем заключается особенность сложных автоматических систем разового применения?	1. Большую часть времени находятся в состоянии хранения 2. Эффективны в использовании 3. Требуют мало затрат
52. Резервирование наиболее целесообразно применять: ...	1. Для повышения надежности сложных систем 2. Для повышения надежности простых систем
53. Упрощение системы необходимо для:	1. Повышения надежности при уменьшении веса 2. Обеспечения нужной точности
54. Сократить время непрерывной работы системы можно: ...	1. Путем многократного ее включения и выключения 2. Установлением малой продолжительности работы
55. Время восстановления влияет на: ...	1. Количественные характеристики надежности 2. Коэффициент готовности

### Контрольные вопросы к защите РГР

- 1) Количественные характеристики надежности.
- 2) Причины нарушения нормального цикла работы.
- 3) Характеристика вероятности безотказного цикла работы.
- 4) Частота отказов.
- 5) Средняя частота отказов.
- 6) Суммарная частота отказов.
- 7) Интенсивность отказов.
- 8) Среднее время безотказной работы.
- 9) Среднее время между соседними отказами.
- 10) Нарботка на отказ.
- 11) Группы коэффициентов надежности.
- 12) Коэффициент готовности.
- 13) Коэффициент вынужденного простоя.
- 14) Коэффициент профилактики.
- 15) Частота профилактики.
- 16) Коэффициент отказов.
- 17) Относительный коэффициент отказов.
- 18) Коэффициент расхода элементов.
- 19) Коэффициент значимости.
- 20) Коэффициент стоимости эксплуатации.
- 21) Что называется дифференциальным законом распределения?

- 22) Каким законам распределения подчиняется время между отказами?
- 23) При каком законе распределения времени отказов интенсивность отказов является величиной постоянной?
- 24) Как определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  для распределения Вейбулла?
- 25) Как определить вероятность безотказной работы  $P(t)$  для экспоненциального закона?
- 26) Как определить частоту отказов  $a(1)$  для экспоненциального закона распределения?
- 27) Как определить интенсивность отказов  $\lambda(t)$  для закона Релея?
- 28) Как определить среднюю наработку до первого отказа  $T$  для закона нормального распределения?
- 29) Как определить среднюю наработку до первого отказа  $T$  для закона Релея?
- 30) Единицы частоты и интенсивности отказов для перманентного закона распределения.
- 31) Основная задача расчета характеристик надежности.
- 32) 32. Методы расчета.
- 33) Принципы вычисления вероятности работы высоконадежных систем.
- 34) Случаи применения прикидочного расчета надежности.
- 35) Допущения ориентировочного расчета надежности.
- 36) Необходимые знания для составления ориентировочного расчета надежности.
- 37) Расчет надежности с учетом режимов работы элементов.
- 38) Методика расчета надежности.
- 39) Последовательность расчета надежности.
- 40) Необходимость расчета характеристик надежности.
- 41) Элементы резервирования.
- 42) Методы расчета характеристик надежности.
- 43) Общее резервирование с постоянно включенным резервом.
- 44) Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом.
- 45) Общее резервирование замещением с целой кратностью.
- 46) Раздельное резервирование замещением с целой кратностью.
- 47) Скользящее резервирование.
- 48) Расчет надежности резервированных систем.
- 49) Требования, предъявляемые к надежности сложных систем.
- 50) Условия надежности сложных систем.
- 51) Методы повышения надежности сложных систем.
- 52) Роль эксплуатации в системе надежности.
- 53) Резервирование, как средство повышения надежности
- 54) Влияние резервирования на работу сложных автоматических систем
- 55) Способы уменьшения интенсивности отказов систем
- 56) Сокращение времени непрерывной работы.
- 57) Уменьшение среднего времени восстановления.

### РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

(Номер варианта соответствует последнему номеру зачетной книжки, 0 - соответствует 10-му варианту). Варианты исходных данных для задач 1 - 4 выбираются по последней цифре номера зачетной книжки.

**Задача 1.** На испытание поставлено  $N_0$  изделий оборудования нефтегазо-переработки. За время  $t$  вышло из строя  $n(t)$  штук изделий. За последующий интервал времени  $\Delta t$  вышло из строя  $n(\Delta t)$  штук изделий. Необходимо вычислить вероятность безотказной работы за время  $t$  и  $t + \Delta t$ , частоту отказов и интенсивность отказов на интервале  $\Delta t$ .

Варианты исходных данных для задачи 1

Номер варианта	Исходные данные				
	$N_0$	$t, \text{ч}$	$\Delta t, \text{ч}$	$n(t)$	$n(\Delta t)$
1	400	3000	100	200	100
2	1000	3000	1000	80	50
3	100	8000	100	50	10
4	10	1000	100	3	2
5	10	1000	100	3	1
6	1000	1000	1000	20	25
7	1000	2000	1000	45	35
8	45	75	5	44	1
9	1000	1000	1000	160	50
0	1000	1000	1000	130	50

**Задача 2.** В течение времени  $\Delta t$  производилось наблюдение за восстанавливаемым изделием - центробежным насосом, и было зафиксировано  $n(\Delta t)$  отказов. До начала наблюдения центробежный насос проработало в течение времени  $t_1$ , общее время наработки к концу наблюдения составило  $t_2$ . Требуется найти наработку на отказ.

Варианты исходных данных для задачи 2

Номер варианта	Исходные данные		
	$t_1, \text{ч}$	$t_2, \text{ч}$	$n(\Delta t)$
1	350	1280	15
2	400	1600	3
3	1000	6400	9
4	770	4800	7
5	1200	5558	2
6	300	540	12
7	540	1200	5
8	300	3200	8
9	12	184	16
0	570	2000	27

**Задача 3.** Сложная система ректификационной колонны состоит из  $N$  приборов, имеющих разную надежность. Известно, что каждый из приборов, поработав вне системы в течение времени  $t_i$ , имел  $n_i$  отказов. Для каждого из приборов

справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти наработку на отказ всей системы.

Варианты исходных данных для задачи 3

Номер	Исходные данные										
	N	$t_1, ч$	$n_1$	$t_2, ч$	$n_2$	$t_3, ч$	$n_3$	$t_4$	$n_4$	$t_5, ч$	$n_5$
1	5	256	6	540	8	780	10	250	4	900	12
2	3	2000	6	1860	4	2160	3	0	0	0	0
3	4	960	12	1112	15	808	8	1490	7	0	0
4	5	90	3	270	6	140	4	230	5	180	3
5	5	600	45	600	2	200	4	200	6	200	2
6	3	144	6	125	5	80	3	0	0	0	0
7	4	720	3	1040	4	500	2	1800	6	0	0
8	3	1650	3	150	5	176	10	0	0	0	0
9	4	120	1	1250	2	90	8	700	1	0	0
0	3	4800	9	5500	3	1200	3	0	0	0	0

**Задача 4.** Теплообменник имеет среднюю наработку на отказ ( $t_{cp}$ ) и среднее время восстановления ( $t_B$ ). Необходимо определить коэффициент готовности изделия.

Варианты исходных данных для задачи 4

Номера вариантов	Исходные данные	
	$t_{cp}, ч$	$t_B, ч$
1,6	230	12,0
2,7	556	23,0
3,8	556	2,5
4,9	430	8,0
5,0	143	1,7

**Задача 5.** Допустим, что на испытании находилось 1 000 однотипных ламп 6Ж4. Число отказавших ламп учитывалось через каждые 1 000 час работы. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа.

Данные об отказах ламп к задаче 5

$\Delta t, ч$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_{i, ч}$	$n(\Delta t_i)$
0-1000	20	13000-	40
1000-	25	14000-	50
2000 - 3000	35	15000 - 16000	40
3000-4000	50	16000 - 17000	50
4000-5000	30	17000-18000	40
5000-6000	50	18000-19000	50
6000 - 7000	40	19000-20000	35
7000 - 8000	40	20000-21000	35
8000-9000	50	21000 - 22000	50

9000-10000	30	22000 - 23000	35
10000-11000	40	23000-24000	25
11000-12000	40	24000 - 25000	30
12000-13000	50	25000-26000	20

**Задача 6.** В результате наблюдений за 45 образцами радиоэлектронного оборудования нефтеперерабатывающего завода получены данные до первого отказа всех 45 образцов. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа ( $T_{cp}$ ).

Данные до первого отказа образцов к задаче 6

$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$
0-5	1	40-45	0
5-10	5	45-50	1
10-15	8	50-55	0
15-20	2	55-60	0
20-25	5	60-65	3
25-30	6	65-70	3
30-35	4	70-75	3
35-40	3	75-80	1

**Задача 7.** В результате наблюдений за 45 образцами радиоэлектронного оборудования, которые прошли предварительную 80-часовую приработку, получены данные до первого отказа всех 45 образцов. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа ( $T_{cp}$ ).

Данные до первого отказа образцов к задаче 7

$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$
0-10	19
10-20	13
20-30	8
30-40	3
40-50	0
50-60	1
60-70	1

**Задача 8.** На испытание поставлено  $N = 1000$  элементов нефтеперерабатывающего оборудования. Число отказов фиксировалось в каждом интервале времени испытаний  $\Delta t = 500$  ч. Данные об отказах сведенных в таблицу 8. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа элементов.

Данные об отказах элементов к задаче 8

$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$
0-500	145	4500-5000	37
500 - 1000	86	5000 - 5500	33
1000 - 1500	77	5500 - 6000	35

1500 - 2000	69	6000 - 6500	60
2000-2500	62	6500-7000	75
2500 - 3000	56	7000 - 7500	62
3000 - 3500	51	7500 - 8000	42
3500-4000	45	8000 - 8500	16
4000-4500	41		

**Задача 9.** Имеются статистические данные об отказах трех групп одинаковых изделий. В каждой группе было по 100 изделий, и их испытания проводились по 1 группе 550 ч, по 2 группе 400 ч и по 3 группе 200 ч. Необходимо вычислить количественные характеристики  $P(t)$ ,  $a(t)$ ,  $A(t)$  и построить графики этих функций.

Данные об отказах трех групп изделий к задаче 9

$\Delta t_i$ , ч	Количество отказов $n(\Delta t_i)$ по группам из-			$n(\Delta t_i)$
	1 группа	2 группа	3 группа	
0 - 25	4	6	5	15
25 - 50	8	9	8	25
50 - 75	6	5	7	18
75 - 100	3	4	5	12
100 - 150	5	5	6	16
150 - 200	4	3	3	10
200 - 250	1	3	-	4
250 - 300	2	2	-	4
300 - 400	3	4	-	7
400 - 550	5	-	-	5

