

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.09.2023 11:06:45

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения. Надежность в технических системах

Закреплена за подразделением

Кафедра сертификации и аналитического контроля

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Менеджмент качества

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:
экзамен 3

в том числе:

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	26	26	26	26
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, доцент, Шпер Владимир львович

Рабочая программа

Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения. Надежность в технических системах

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-3.plx Менеджмент качества, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Менеджмент качества, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра сертификации и аналитического контроля

Протокол от 21.09.2021 г., №1

Руководитель подразделения Филичкина В.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать представление об основах теории надежности и эффективных методах анализа и обеспечения надежности технических систем и необходимости принятия оптимальных решений с учетом неопределенности.
1.2	Ознакомить с методами анализа и обеспечения надежности технических систем. Научить системному подходу к анализу и описанию надежности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Методология научных исследований	
2.1.2	Оказание первой помощи пострадавшим	
2.1.3	Иностранный язык	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Знать:
УК-3-31 правила проверки автоматичности законов распределения при ускоренных испытаниях (УИ)
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-32 теорию вероятности и показатели надежности; вероятность безотказной работы (ВБР) и интенсивность отказов (ИО).
ОПК-1-31 надёжность и её составляющие; соотношение надёжности и безопасности; основные понятия, термины и определения в области надёжности в технике;
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Знать:
УК-2-31 вероятностный характер отказов любых объектов в процессе их эксплуатации; риски, как следствие неопределённости показателей надёжности (ПН);
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 рассчитывать основные показатели надёжности (ПН)
ОПК-1-У2 писать рефераты, готовить доклады и презентации по темам практических занятий и темам, предложенным преподавателем
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 прогнозировать значения ПН на другие условия эксплуатации и рассчитывать значение вероятности безотказной работы и интенсивности отказов по данным различных типов, рассчитывать коэффициент ускорения для ускоренных испытаний (УИ); определять значение наработки до отказа, рассчитывать значения вероятности безотказной работы (ВБР) и интенсивности отказа (ИО) по данным о наработках
УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Уметь:
УК-3-У1 строить эмпирические функции распределения (ЭФР) на сетках нормального, логнормального и Вейбулловского распределений

ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками работы в Excel с пакетом "Анализ данных"
ОПК-1-В2 навыками написания рефератов, подготовки докладов и презентаций по темам практических занятий и темам, предложенным преподавателем
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Владеть:
УК-2-В1 навыками анализа надёжности систем, состоящих из различных элементов с различной надёжностью
УК-3: Способен использовать различные методы ясного и недвусмысленного формулирования своих выводов, знаний и обоснований для специализированной и неспециализированной аудиторий в национальном и международном контекстах, организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Владеть:
УК-3-В1 навыками генерации случайных чисел в пакете Excel и нахождения нужных процентилей, зная модель функции распределения (ФР)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. 1 Понятия, термины и определения в области надёжности в технике. История возникновения науки о надёжности и её теоретическая основа - теория вероятности. Показатели надёжности (ПН)							
1.1	1.1 Понятия, термины и определения в области надёжности в технике. История возникновения науки о надёжности " /Лек/	3	2	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р1
1.2	1.2 Подготовка, доклада и презентации на тему "Теоретическая основа надёжности - теория вероятности. Показатели надёжности (ПН)" /Ср/	3	10	УК-3-В1 ОПК-1-32 ОПК-1-У2	Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р2
1.3	Подготовка доклада и презентации по теме "История возникновения науки о надёжности" /Ср/	3	10		Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р3
1.4	Обсуждение и защита доклада по теме "История возникновения науки о надёжности" /Ср/	3	10		Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.5	Защита доклада и презентации на тему "Теоретическая основа надёжности - теория вероятности. Показатели надёжности (ПН)" /Ср/	3	3				КМ2,КМ3	
	Раздел 2. 2 Зависимость интенсивности отказа (ИО) от времени – этап приработки, нормальной эксплуатации и старения.							

2.1	2.1 Зависимость интенсивности отказа (ИО) от времени – этапы приработки, нормальной эксплуатации и старения. /Лек/	3	4	УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
2.2	Расчетная работа по исходным данным, предложенным преподавателем /Пр/	3	2		Л1.1Л2.1			
	Раздел 3. 3 Зависимость интенсивности отказа (ИО) от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга.							
3.1	3.1 Зависимость интенсивности отказа (ИО) от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга. /Пр/	3	6	УК-3-У1 УК-3-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л2.1Л1.1 Э1 Э3 Э4		КМ4,К М5	
3.2	3.2 Подготовка, реферата и презентации на тему: "Зависимость ИО от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга". /Ср/	3	9	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л2.1Л1.1 Э1 Э3 Э4			Р4
3.3	Представление и обсуждение реферата и презентации на тему: "Зависимость ИО от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга". /Ср/	3	3					Р5
	Раздел 4. 4 Структурные схемы надежности: построение и обсчет. Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов							
4.1	4.1 Структурные схемы надежности: построение и обсчет. Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов /Пр/	3	6	УК-2-У1 УК-2-В1 УК-3-31 УК-3-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ6	Р6
4.2	4.2 Подготовка доклада и презентации на тему "Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов /Ср/	3	10	УК-2-У1 УК-2-В1 УК-3-У1 УК-3-В1 ОПК-1-У1	Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

4.3	Представление и обсуждение доклада и презентации на тему "Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов /Ср/	3	2					P7
Раздел 5. 5 Ускоренные испытания на надежность и проблема их автомобильности.								
5.1	5.1 Ускоренные испытания на надежность и проблема их автомобильности. /Пр/	3	12	УК-2-У1 УК-2-В1 УК-3-31 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ7	P8
5.2	5.2 Подготовка, доклада и презентации на тему:"Ускоренные испытания на надёжность и проблемы их автомобильности". /Ср/	3	15	УК-3-31 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.3	Представление и обсуждение доклада и презентации на тему:"Ускоренные испытания на надёжность и проблемы их автомобильности". /Ср/	3	2					P9
Раздел 6. 6 Методы обеспечения и повышения надежности элементов и систем								
6.1	6.1 Методы обеспечения и повышения надежности элементов и систем /Лек/	3	2	УК-2-У1 УК-2-В1 УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1 ОПК-1-31	Л2.1Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			P10

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Тест по проверке знания и понимания терминов и определений в области надежности в технике.	ОПК-1-31;УК-2-31;УК-2-У1	<p>1 Дайте определение термина «надёжность».</p> <p>2 Что понимают под термином «технический объект»?</p> <p>3 Дайте определение термина «элемент».</p> <p>4 Дайте определение термина «безотказность»?</p> <p>5 Свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения – что это такое?</p> <p>6 Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта – что это такое?</p> <p>7 Дайте определение термина «восстанавливаемость».</p> <p>8 Дайте определение термина «долговечность».</p> <p>9 Дайте определение термина «сохраняемость».</p> <p>10 Что такое «готовность»?</p> <p>11 Дайте определения терминов «исправное состояние» и «неисправное состояние».</p> <p>12 Что понимают под «рабочим» и «нерабочим» состоянием?</p> <p>13 Какое состояние называется «предельным»?</p> <p>14 Что такое «критерий предельного состояния»?</p> <p>15 Дайте определение термина «техническое состояние».</p> <p>16 Что означает «опасное состояние»?</p> <p>17 Состояние объекта, характеризующееся повышенным риском его отказа – что это такое?</p> <p>18 Что такое «критерий предотказного состояния»?</p> <p>19 Дайте определения терминов: «отказ», «дефект», «повреждение».</p>
КМ2	Защита доклада и презентации на тему "Теоретическая основа надёжности - теория вероятности. Показатели надёжности (ПН)"	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В2;УК-3-31	<p>1 Какие события называются «достоверными (закономерными)»?</p> <p>2 Какие события называются «невозможными»?</p> <p>3 Какие события называются «случайными (вероятностными)»?</p> <p>4 Что является численной мерой возможности события?</p> <p>5 Какие основные теоремы теории вероятностей Вы знаете?</p> <p>6. В чём заключается теорема сложения вероятностей?</p> <p>7. В чём заключается теорема умножения вероятностей?</p> <p>8. Что такое закон распределения случайной величины?</p> <p>9. Что такое функция распределения? Каковы её свойства?</p> <p>10. Что такое плотность распределения? Каковы её свойства?</p> <p>11. Какие числовые параметры необходимы для характеристики закона распределения</p>

КМ3	Обсуждение и защита доклада по теме "История возникновения науки о надёжности"	ОПК-1-У2;ОПК-1-В2;ОПК-1-31	<p>1 Когда возникла наука о надёжности?</p> <p>2. Назовите этапы становления и направление развития надёжности как науки.</p> <p>3 Чем характеризуется первый этап развития науки о надёжности?</p> <p>4 На каком этапе была сформулирована классическая теория надёжности, и чем характерен этот этап?</p> <p>5 Назовите особенности второго этапа развития надёжности.</p> <p>6 Когда начался третий этап развития науки о надёжности, и каковы его основные особенности?</p> <p>7 На каком этапе развития науки надёжности стали разрабатываться и находить применение в ряде отраслей машиностроения методы управления долговечностью и безотказностью изделий в эксплуатации, основанные на анализе статистически данных об отказах сборочных единиц с учётом затрат на обеспечение их работоспособного состояния.</p> <p>8 Чем характеризуется четвёртый этап развития науки о надёжности?</p> <p>9 На каком этапе стали заниматься разработкой и внедрением комплекса мероприятий по обеспечению долговечности и безотказности основных элементов при конструировании, изготовлении и эксплуатации изделий?</p> <p>10 Что изучает наука о надёжности?</p> <p>11 На чём базируется наука о надёжности?</p> <p>12 Что является первой теоретической основой науки о надёжности?</p> <p>13 Что является второй теоретической основой науки о надёжности?</p> <p>14 Базируется ли наука о надёжности на результатах исследований естественных наук, изучающих физико-химические процессы разрушения, старения и изменения свойств материалов, из которых изготовлены изделия?</p>
КМ4	Расчетная работа по определению зависимости интенсивности отказа (ИО) от времени на этапах приработки, нормальной эксплуатации и старения.	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-3-31;УК-3-У1	<p>1 Что такое авто модельность закона распределения отказов?</p> <p>2 Как проверить авто модельность закона распределения отказов на практике?</p> <p>3 Что такое неопределённость моментов отказа?</p> <p>4 Что такое "критический отказ"?</p> <p>5 Как связана неопределённость моментов отказа с рисками критических отказов?</p>
КМ5	Представление и обсуждение реферата и презентации на тему: "Зависимость ИО от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга".	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;УК-3-В1;УК-3-У1;УК-2-31;УК-2-В1	<p>1. Во сколько раз вырастет ИО Ваших изделий при повышении температуры их работы от 25 до 50 градусов Цельсия (принять модель Аррениуса с $E_a=1,0$ эВ) $FR(50)/FR(25) \approx$ _____ $FR=Failure Rate$ - общепринятое в мире обозначение для ИО</p> <p>2. На каком участке ваннообразной кривой ИО справедлива формула: (а) на участке приработки _____ <input type="checkbox"/> (б) на участке нормальной эксплуатации _____ <input type="checkbox"/> (в) на участке старения _____ <input type="checkbox"/></p> <p>3. Если при отказе элемента происходит отказ всей системы, то в структурную схему надежности этот элемент включен - последовательно _____ <input type="checkbox"/> - параллельно _____ <input type="checkbox"/> - последовательно-параллельно _____ <input type="checkbox"/> - параллельно-последовательно _____ <input type="checkbox"/></p>

КМ6	Представление и обсуждение доклада и презентации на тему "Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов	ОПК-1-В2;УК-3-31;УК-3-У1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. На каком этапе надёжность закладывается в конструкцию изделия? 2. На каком этапе обеспечивается надёжность изделия? 3. На каком этапе реализуется надёжность изделия? 4. На какие вопросы даёт ответ надёжность? 5. На каких теоретических основах базируется надёжность? 6. Как получить суммарные затраты, характеризующие уровень надёжности?
КМ7	Представление и обсуждение доклада и презентации на тему: "Ускоренные испытания на надёжность и проблемы их автотестирования".	УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1;УК-2-31;УК-2-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите классификацию испытаний на надёжность. 2. Охарактеризуйте определительные испытания. 3. Охарактеризуйте планы ускоренных испытаний на надёжность. 4. Охарактеризуйте виды ускоренных испытаний на надёжность. 5. Охарактеризуйте режимы ускоренных испытаний. 6. Охарактеризуйте принципы ускоренных испытаний. 7. Охарактеризуйте принцип «уплотнение рабочих циклов». 8. Охарактеризуйте принцип «усечение спектра нагрузок». 9. Охарактеризуйте принцип «доламывания».

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Понятия, термины и определения в области надёжности в технике. История возникновения науки о надёжности и её теоретическая основа - теория вероятности. Показатели надёжности (ПН)	ОПК-1-31	Изучение терминологии в области надёжности и истории возникновения этой науки
P2	Подготовка доклада и презентации на тему "Теоретическая основа надёжности - теория вероятности".	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У2;ОПК-1-В2	Самостоятельное изучение теории надёжности
P3	Подготовка доклада и презентации по теме "История возникновения науки о надёжности"	ОПК-1-У2;ОПК-1-В2	Изучение истории возникновения надёжности как науки
P4	Зависимость интенсивности отказа (ИО) от времени – этап приработки, нормальной эксплуатации и старения.	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-3-У1;УК-3-В1	Изучение зависимости интенсивности отказа (ИО) от времени – этапы приработки, нормальной эксплуатации и старения.

P5	Зависимость интенсивности отказа (ИО) от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга.	УК-3-31;УК-3-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Изучение зависимости интенсивности отказа (ИО) от режимов работы (температуры, напряжения и проч.) Формулы Аррениуса и Эйринга.
P6	Структурные схемы надежности: построение и обсчет. Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов	УК-3-31;УК-3-У1;УК-2-31;УК-2-У1	Построение и обсчет структурных схем надежности. Изучение видов испытаний, условий их проведения и анализ результатов. Планирование испытаний на надежность.
P7	Подготовка доклада и презентации на тему "Планирование испытаний на надежность: виды испытаний, условия их проведения, анализ результатов	ОПК-1-У2;ОПК-1-В2;ОПК-1-32;ОПК-1-31	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и нормативных документов и подготовка доклада на их основе.
P8	Ускоренные испытания на надежность и проблема их автомобильности	УК-2-31;УК-2-У1	Самостоятельное изучение ускоренных испытаний на надежность и проблемы их автомобильности
P9	Подготовка, доклада и презентации на тему:"Ускоренные испытания на надёжность и проблемы их автомобильности"	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-1-В2	Продолжение самостоятельного изучения ускоренных испытаний на надежность и проблем их автомобильности
P10	Методы обеспечения и повышения надежности элементов и систем	ОПК-1-32;УК-2-У1;УК-2-В1	Рассказ преподавателя о существующих Методах обеспечения и повышения надежности элементов и систем.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример экзаменационного билета по курсу

Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения

1. Как известно, надежность – комплексное свойство, состоящее из четырех компонент: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

(а) Представьте себе, что Вы утром садитесь в свою машину с намерением обязательно добраться в течение дня до бабушки в деревне (за 400 км от Москвы). Какие из 4-х составляющих надежности для Вас будут самыми важными? Расположите все четыре составляющих надёжности в порядке важности.

(б) Представьте себе, что Вы решили прокатиться по стране, например, от Москвы до Владивостока на своей машине. Какие из 4-х составляющих надежности теперь будут для Вас самыми важными? Расположите их в порядке важности.

(в) Представьте себе, что Вы решили купить б/ушную иномарку. Владелец уверяет, что машина прошла менее 60000 км, и находится в прекрасном состоянии. У Вас есть подозрение, что спидометр изрядно скручен. Какая из 4-х составляющих будет теперь для Вас самой важной? Расположите их в порядке важности.

(г) Представьте себе, что Ваш дедушка решил подарить Вам свою машину, простоявшую много лет у него в гараже. Какая из 4-х составляющих будет теперь для Вас самой важной? Расположите их в порядке важности.

2. На испытания на надежность поставили 20 изделий. Длительность испытаний равна 1000 часов. Отказы были зафиксированы в следующие моменты времени (час):

18, 41, 93, 155, 280, 321, 398, 456, 527, 601, 689, 733, 864, 902, 978 (всего 15 отказов). Оставшиеся пять изделий проработали 1000 часов без отказов.

(а) Нарисуйте график всех наработок (сетка приведена ниже)

(б) Рассчитайте вероятность безотказной работы в моменты времени: 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 часов.

Время	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
ВБР											

(в) Рассчитайте значения интенсивности отказов в те же интервалы, что указаны в п/п.(б) (т.е. 0-100; 100-200; и т.д.), и постройте зависимость функции ИО от времени (сетка справа)

(в) Рассчитайте, чему равна средняя наработка до отказа (МТТФ) по данным этой задачи. (МТТФ - общепринятое в мире обозначение средней наработки до отказа – mean time to failure).

МТТФ = _____

3. Какую из трех известных Вам формул расчета эмпирической функции распределения отказов Вы примените для данных задачи 2? Напишите её.

4. Рассчитайте по этой формуле вероятность для второго и десятого отказов:

5. Во сколько раз вырастет ИО Ваших изделий при повышении температуры их работы от 25 до 50 градусов Цельсия (принять модель Аррениуса с $E_a=1,0$ эВ)

$FR(50)/FR(25) \approx$ _____

FR=Failure Rate - общепринятое в мире обозначение для ИО

6. На каком участке ваннообразной кривой ИО справедлива формула:

(а) на участке приработки _____

(б) на участке нормальной эксплуатации _____

(в) на участке старения _____

7. Если при отказе элемента происходит отказ всей системы, то в структурную схему надежности этот элемент включен

- последовательно _____

- параллельно _____

- последовательно-параллельно _____

- параллельно-последовательно _____

8. Ваш потребитель требует повысить надежность ваших изделий от значения ВБР=0,99 до значения 0,9999.

Оцените, во сколько раз вырастет объем выборки, нужной для подтверждения такого показателя прямыми испытаниями

- в 10 раз _____

- в 100 раз _____

- в 1000 раз _____

- в 2 раза _____

9. Расшифруйте запись плана испытаний:

[50, R, r=10, T=1000]

10. В чем состоит главная проблема всех ускоренных испытаний на надежность?

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Итоговая оценка уровня освоения дисциплины проводится по результатам:

- написания рефератов, подготовки и представления докладов и презентаций по темам программы;
- выполнения заданий для самостоятельной работы;
- сдачи экзамена.

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

«отлично» – студент показывает, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, логически кратко излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы; не имеет индивидуальной папки.

1 Правила оценивания результатов выполнения практических заданий и заданий для самостоятельной работы:

- полностью и правильно выполнение практическое задание - 9-10 баллов (отлично);
- задание выполнено правильно, но неполно - 7-8 баллов (хорошо);
- задание выполнено частично правильно - 5-6 баллов (удовлетворительно);
- задание не выполнено 4 и менее баллов (неудовлетворительно).

2 Экзаменационный билет состоит из десяти вопросов: 3 теоретических и 7 практических по всем разделам программы.

Правильный ответ только один и оценивается 10 баллами.

Максимальная сумма баллов за выполнение задания: 100 баллов.

Критерии выставления оценки:

90 – 100 баллов – «отлично».

70 – 80 баллов – «хорошо»

50 – 60 баллов – «удовлетворительно».

менее 50 баллов – «неудовлетворительно».

По итоговой сумме баллов, набранных студентами, строится контрольная карта Шухарта.

Все, набравшие сумму больше центральной линии (ЦЛ) карты (среднее арифметическое по всем студентам) получают "отлично".

Студенты, имеющие сумму баллов ниже ЦЛ, но выше нижнего контрольного предела (НКП) карты, получают "хорошо".

Студенты, набравшие сумму баллов меньше НКП, получают "удовлетворительно", и имеют право на повторную сдачу экзамена.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Леонова О. В.	Надёжность механических систем: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Альгаир МГАВТ, 2015
Л3.2	Алчинов В. И., Сидоров А. И., Чистова Г. К.	Надёжность технических систем военного назначения: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Международный форум специалистов по надёжности имени Б.В. Гнеденко -	https://gnedenko-forum.org/
Э2	национальная электронная библиотека	https://rusneb.ru/
Э3	научная электронная библиотека России	https://elibrary.ru/
Э4	Сайт Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Консультант Плюс

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1 http://www.cntd.ru
И.2	2 http://www.gost.ru
И.3	3 http://www.iso.org

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
А-514	Лекционная аудитория:	персональный компьютер-1 шт., проектор - 1 шт., экран для проектора - 1 шт., комплект учебной мебели
А-514	Лекционная аудитория:	персональный компьютер-1 шт., проектор - 1 шт., экран для проектора - 1 шт., комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для усвоения материала курса рекомендуется ознакомиться с литературой, приведенной в Приложении, а также со следующими национальными стандартами РФ:

- 1 ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения
- 2 ГОСТ Р 27.013-2019 (МЭК 62308:2006) Надежность в технике. Методы оценки показателей безотказности
- 3 ГОСТ Р 27.015-2019 (МЭК 60300-3-15:2009) Надежность в технике. Управление надежностью. Руководство по проектированию надежности систем
- 4 ГОСТ Р 27.012-2019 (МЭК 61882:2016) Надежность в технике. Анализ опасности и работоспособности (HAZOP)
- 5 ГОСТ Р 27.011-2019 (IEC/TR 63039:2016) Надежность в технике. Вероятностный анализ риска технических систем. Оценка интенсивности конечного события для заданного исходного состояния
- 6 ГОСТ Р 27.014-2019 (МЭК 62347:2006) Надежность в технике. Управление надежностью. Руководство по установлению требований к надежности систем
- 7 ГОСТ Р 27.010-2019 (МЭК 61703:2016) Надежность в технике. Математические выражения для показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности
- 8 ГОСТ Р МЭК 61165-2019 Надежность в технике. Применение марковских методов
- 9 ГОСТ IEC 62040-3-2018 Системы бесперебойного энергоснабжения (UPS). Часть 3. Метод установления эксплуатационных характеристик и требования к испытаниям
- 10 ГОСТ 27.003-2016 Надежность в технике (ССНТ). Состав и общие правила задания требований по надежности
- 11 ГОСТ 27.507-2015 Надежность в технике (ССНТ). Запасные части, инструменты и принадлежности. Оценка и расчет запасов
- 12 ГОСТ Р 56080-2014 Изделия авиационной техники. Комплексные программы обеспечения безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. Общие требования
- 13 ГОСТ Р 56079-2014 Изделия авиационной техники. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей (Переиздание)
- 14 ГОСТ 32192-2013 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением N 1)
- 15 ГОСТ Р 27.607-2013 Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов
- 16 ГОСТ Р 27.605-2013 Надежность в технике (ССНТ). Ремонтпригодность оборудования. Диагностическая проверка
- 17 ГОСТ Р 27.606-2013 Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность
- 18 ГОСТ Р 27.202-2012 Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Стоимость жизненного цикла
- 19 ГОСТ Р 27.203-2012 Надежность в технике (ССНТ). Управление устареванием
- 20 ГОСТ Р 27.301-2011 Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения