

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 15.03.2023 08:16:36
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математическая теория надежности

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Р.Н. Амиров

Рабочая программа

Математическая теория надежности

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Metallургические машины и оборудование, 15.03.02_20_Технологич. машины и оборудование Пр1_2020.plm.xml, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Metallургические машины и оборудование, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Протокол от 28.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения к.т.н., доцент, Шаповалов А.Н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование у студентов профессиональных навыков и знаний по математической теории надежности.
1.2	Задачи:
1.3	- научить изучению математических методов и алгоритмов для решения задач;
1.4	- выработке навыка использования современных математических методов в теории надежности технологических машин и оборудования.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Детали машин	
2.1.2	Метрология, стандартизация, сертификация	
2.1.3	Основы технологии машиностроения	
2.1.4	Теория механизмов и машин	
2.1.5	Техническая механика	
2.1.6	Электротехника	
2.1.7	Физика	
2.1.8	Математика	
2.1.9	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Гидравлический привод и средства автоматизации металлургических машин	
2.2.2	Гидроприводы в металлургическом производстве	
2.2.3	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)	
2.2.4	Системы автоматизированного проектирования металлургических машин	
2.2.5	Современные методы проектирования оборудования металлургического производства	
2.2.6	Электропривод и автоматизация металлургического оборудования	
2.2.7	Электропривод металлургических машин	
2.2.8	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2	
2.2.9	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3	
2.2.10	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4	
2.2.11	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.5	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-9.1: Способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации
Знать:
УК-9.1-31 Закономерности снижения надежности машин в зависимости от условий эксплуатации
УК-7.2: Способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Знать:
УК-7.2-31 Основы теории надежности механических систем
ПК-2.1: Способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
Знать:
ПК-2.1-31 Основы проектирования деталей и узлов технологических машин и оборудования
УК-9.1: Способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации

Уметь:
УК-9.1-У1 Исследовать основные элементы механики разрушения, условия малоциклового и многоциклового усталости, причины и условия образования и роста трещин
УК-7.2: Способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Уметь:
УК-7.2-У1 Определять количественные характеристики надежности металлургических машин и оборудования
ПК-2.1: Способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
Уметь:
ПК-2.1-У1 : Применять стандартные методы расчёта при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
УК-9.1: Способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации
Владеть:
УК-9.1-В1 Методами проведения оценки долговечности или остаточного ресурса деталей и узлов механических систем
УК-7.2: Способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Владеть:
УК-7.2-В1 Навыками системного анализа надежности механических систем
ПК-2.1: Способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
Владеть:
ПК-2.1-В1 Навыками расчета и проектирования деталей и узлов технологических машин и оборудования в соответствии с техническим заданием

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. Математические зависимости для оценки надежности.							
1.1	Терминология и основные определения. Функциональные зависимости надежности /Лек/	6	4	ПК-2.1-31 УК-7.2-31 УК-9.1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
1.2	Теорема о сложении вероятностей. Теорема об умножении вероятностей. /Лек/	6	4	ПК-2.1-31 УК-7.2-31 УК-9.1-31	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
1.3	Количественные характеристики надежности. /Пр/	6	3	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-9.1-У1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Работа в группе		Р1
1.4	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	23	ПК-2.1-31 ПК-2.1-У1 ПК-2.1-В1 УК-7.2-31 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1 УК-9.1-31 УК-9.1-У1 УК-9.1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1
	Раздел 2. Распределения, используемые в теории надежности							

2.1	Распределения и области их применения. /Лек/	6	4	ПК-2.1-31 УК-7.2-31 УК-9.1-31	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
2.2	Оценивание параметров распределений. Оценки показателей надежности. /Лек/	6	6	ПК-2.1-31 УК-7.2-31	Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2			
2.3	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых нерезервированных систем. /Пр/	6	4	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Работа в группе	КМ1	Р1
2.4	Контрольная работа №1 /Пр/	6	2	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-9.1-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
2.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	15	ПК-2.1-31 ПК-2.1-У1 ПК-2.1-В1 УК-7.2-31 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1 УК-9.1-31 УК-9.1-У1 УК-9.1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1
Раздел 3. Пути повышения надежности машин.								
3.1	Факторы, влияющие на работоспособность деталей и механизмов. /Лек/	6	8	ПК-2.1-31 УК-7.2-31 УК-9.1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.2	Статистическая оценка нагруженности деталей и механизмов. Основные понятия и определения приборотехники. /Лек/	6	8	ПК-2.1-31 УК-7.2-31 УК-9.1-31	Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.3	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых резервированных систем. /Пр/	6	4	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-9.1-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Работа в группе		Р1
3.4	Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем. /Пр/	6	2	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-9.1-У1	Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р1
3.5	Контрольная работа №2 /Пр/	6	2	ПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-9.1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
3.6	Выполнение контрольной работы и подготовка к сдаче зачета. /Ср/	6	15	ПК-2.1-31 ПК-2.1-У1 ПК-2.1-В1 УК-7.2-31 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1 УК-9.1-31 УК-9.1-У1 УК-9.1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р1
3.7	сдача зачета /Зачёт/	6	4	ПК-2.1-31 ПК-2.1-У1 ПК-2.1-В1 УК-7.2-31 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1 УК-9.1-31 УК-9.1-У1 УК-9.1-В1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1

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	Контрольная работа №1	ПК-2.1-31;УК-7.2-31;УК-9.1-31	<p>Вопросы к контрольной работе № 1 1. Средняя наработка подшипника скольжения уравнивания шпинделей равна 44 сут. Вероятность безотказной работы в момент времени $t=44$ сут, $P(t)=0,368$. Определить вероятность отказа в межремонтный период $\tau_r=30$ сут. 2. Секция транспортного рольганга содержит 20 роликов. Нарботки роликов описываются распределением Вейбулла с параметрами $a=150$, $b=2$. Определить возможное число отказов роликов: а) на интервале $[0, 120]$ сут; б) на интервале $[120, 150]$ сут; в) на интервале $[120, 150]$ сут при безотказной работе до момента времени $t=120$ сут. 3. Известно, что время восстановления работоспособности линии привода валков опи-сывается логарифмически нормальным распределением $m=0,5$, $\sigma=0,2$. Определить среднее время восстановления работоспособного состояния и вероятность восстановления работоспособного состояния за 2 ч. 4. Зубчатые муфты распределительного редуктора в количестве 5 шт. выходят из строя по износу. Известно, что их средняя наработка $T=100$ сут, стандарт. $\sigma=30$ сут. Определить возможное число отказов муфт в межремонтный период $t=60$ сут. 5. По условиям примера 4 определить возможное число отказов муфт в следующий межремонтный период, если принято решение не проводить текущий плановый ремонт. 6. Нарботки секции транспортного рольганга описываются распределением Вейбулла с параметрами $a=60$, $b=2,0$. В межремонтный период $\tau_r=60$ сут отказов не было. Было приня-то решение не проводить плановый ремонт. Определить число отказов секции в следующий межремонтный период. 7. По условиям примера 6 определить величину средней наработки и интенсивность отказов в конце межремонтного периода. 8. По условиям примера 6 найти показатели безотказности в момент времени $t=50$ сут. 9. Нарботка пружин механизма уравнивания верхнего шпинделя описывается экспоненциальным распределением с параметром $\lambda=0,025$. В какой момент времени с начала эксплуатации вероятность безотказной работы будет равна 0,8 и какова вероятность отказа в данный момент времени? Перечень задач для контрольной работы №1 1. Нарботка редуктора имеет распределение Вейбулла $Q(t) = 1 - \exp(-t/a)^b$, $b > 1$ с параметрами $a=90$ сут, $b=2$. Затраты на полную замену составляют $C_p = 12$ ед., на минимальную замену $C_a = 6$ ед. Найти оптимальный интервал профилактических замен и соответствующую ему интенсивность затрат. 2. Стоимость замены комплекта вкладышей универсального шпинделя составляет 300 ед. (минимальное восстановление). Полное восстановление путем замены шпинделя в сборе стоит 12000 ед. Нарботка комплекта вкладышей имеет распределение Вейбулла с параметрами $a=90$ сут, $b=4$. Определить оптимальное число минимальных восстановлений и соответствующую этому интенсивность эксплуатационных затрат. 3. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 горячей прокатки составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ сут. Определить экономичное время эксплуатации и соответствующую интенсивность эксплуатационных затрат. 4. Средние затраты в единицу времени на замену вкладышей в линии привода группы чистовых клетей стана 2500 г/л составляют $a(t) = 6$ ед/сут, полная замена шпиндельного соединения стоит $C = 12000$ ед. Средняя наработка вкладышей составляет $T = 60$ сут. Определить требуется ли в момент времени $t = 400$ сут восстановление линии привода путем замены комплекта вкладышей или необходима замена шпинделя в сборе.</p>

КМ2	Контрольная работа №2	ПК-2.1-31;УК-7.2-31;УК-9.1-31	<p>Вопросы к контрольной работе № 2 1. Отказы в секции транспортного рольганга, состоящей из 20 роликов, происходят с интенсивностью $\lambda=0,04=\text{const}$. Восстановление работоспособного состояния осуществляется путем замены ролика в сборе. Межремонтный период $\tau_r=30$ сут. Определить вероятность появления хотя бы одного отказа в этот период. Определить вероятность появления одного отказа за тот же период. 2. Отказы в механизме уравнивания шпинделей связаны с поломкой пружин и описываются экспоненциальным распределением с параметром $\lambda=0,05$. Межремонтный период $\tau_r=30$ сут. Определить необходимое количество пружин на год. 3. Отказы шарнира универсальных шпинделей рабочей клетки прокатного стана описываются распределением Вейбулла с параметрами $a=80$ сут, $b=3$. Восстановление работоспособного состояния осуществляется путем замены комплекта вкладышей. Определить необходимое количество комплектов вкладышей на 1 месяц. 4. В результате осуществления технических мероприятий было достигнуто повышение средней наработки комплекта вкладышей (данные примера 3) в 2 раза. Коэффициент вариации остался неизменным. Стоимость комплекта вкладышей возросла в 1,5 раза. Определить, является ли эффективным проведенное мероприятие (без учета затрат на замену и потерь производства). 5. Для условий примера 3 затраты на восстановление работоспособного состояния шарнира универсального шпинделя составляют 10 усл.ед., потери производства 15 усл.ед. Стоимость комплекта вкладышей 200 усл.ед. Определить, какие расходы можно понести на проведение мероприятий: а) по повышению средней наработки в 2 раза. и неизменном коэффициенте вариации. б) по снижению коэффициента вариации в 2 раза и неизменной средней наработки. 6. Нарботки подшипника скольжения механизма уравнивания шпинделей описываются экспоненциальным распределением с параметром $\lambda=0,02$. Установить, на сколько должна быть повышена средняя наработка до отказа, чтобы снизить расход подшипников за год в 2 раза. 7. Для условий примера 6 определить вероятность безотказной работы подшипника скольжения в межремонтный период $\tau_r=60$ сут до и после повышения средней наработки. 8. Средняя наработка комплекта вкладышей шарниров универсальных шпинделей линии привода валков $T=50$ сут. Межремонтный период $t=30$ сут. Определить гарантированное количество комплектов вкладышей на межремонтный период. 9. Ходовые колеса (в количестве 8 колес) механизма передвижения моста крана имеют среднюю наработку $T=600$ сут. Нижняя, доверительная граница средней наработки $T=500$ сут при доверительной вероятности $q=0,95$. Определить необходимое количество запасных колес на 1 год. Перечень задач для контрольной работы №2 1. Определить допустимую величину износа витков гайки с резьбой УП 440x48 нажимного механизма блюминга 1150, если запас прочности $n = 2$. 2. Определить допустимую величину износа шестерни реечного толкателя слябов. Модуль шестерни $m = 38$, запас прочности $n = 1,2$. 3. Определить предельно допустимую величину износа шестерни редуктора в линии привода валков пятиклетевого стана «630» холодной прокатки. Исходные данные: передаваемый крутящий момент $M_c = 24$ кН•м, пусковой момент электродвигателя $M_1 = 24$ кН•м, $n_1 = 0,02$, длина зубчатого шпинделя $l = 2955$ мм, диаметр делительной окружности шестерни $D = 400$ мм, $m = 10$ мм, диаметр тела шпинделя $d = 190$ мм, начальный зазор $U_0 = 0,2$, запас прочности зубьев $n = 2,5$, передаточное число редуктора $u = 1,764$. 4. Определить предельное значение нагрузки, скорости, диаметрального зазора и вязкости смазочного материала, при которых будет обеспечена надежная работа подшипников скольжения шестеренной клетки реверсивной клетки кварто 800/1400x2800. Исходные данные: диаметр подшипника $d = 600$ мм; длина подшипника $l = 820$ мм; нагрузка на подшипник $P = 1,5$ МН; смазочный материал МС-14; частота вращения 6-12 с-1; посадка подшипника Н7/е8. 5. Определить величину осевого усилия со стороны рабочих валков при неравномерном износе подушек рабочих валков при перекосе осей рабочего и опорного</p>
-----	-----------------------	-------------------------------	---

			<p>валка 1•10-4 рад; давлении металла на валки 20 МН; диаметре рабочего валка 0,6 м; диаметре опорного валка 1,4 м; материале рабочих валков – чугуна; материале опорных валков – стали; расстоянии между подушками рабочего валка $l = 3$ м; твердости валка 3000 МПа; характеристиках шероховатости валка: $r = 20$ мкм, $R_{max} = 18$ мкм; коэффициенте трения $f = 0,15$. 6. Определить предельно допустимую величину износа бочки ролика транспортного рольганга стана 2500 горячей прокатки. Исходные данные: диаметр бочки ролика $D = 300$ мм; нагрузка на ролик $N = 1$ кН; ширина полосы 1,5 м; модуль упругости транспортируемого металла при $t = 600^{\circ}\text{C}$, $E_m = 1,5 \cdot 10^5$ МПа; твердость горячего металла $HV = 1000$ МПа; поверхность бочки ролика обработана по 6-му классу чистоты обработки; скорость транспортировки 10 м/с. 7. Максимально допустимый зазор в шарнире универсального шпинделя линии привода валков составляет 10 мм. Определить допустимую величину износа трущейся поверхности вилки головки шпинделя. Известно, что скорость изнашивания вилки шпинделя составляет 0,01 интенсивности изнашивания вкладыша. Первоначальный зазор в шпинделе 1 мм. Затраты на замену комплекта вкладышей составляют 300 условных единиц. Затраты на восстановление работоспособности шпинделя: путем замены на новый шпиндель составляют 12000 условных единиц; путем перешлифовки головки шпинделя на новый ремонтный размер составляют 1200 условных единиц; путем наплавки изношенной поверхности головки шпинделя 3000 условных единиц. 8. Зубчатая полумуфта (МЗН7) установлена с помощью пресса на вал диаметром 100 мм с посадкой H7/p6 для передачи крутящего момента $[M] = 20$ кН•м. Диаметр обоймы полумуфты $D_3 = 170$ мм. Длина посадочной поверхности $l = 145$ мм. Комплексная характеристика шероховатости $\Delta = 0,5$. Твердость поверхности вала $HV = 2500$ МПа. 6 класс чистоты обработки посадочной поверхности. Проверить обеспечит ли выбранная посадка передачу заданного крутящего момента.</p>
КМЗ	Зачет	ПК-2.1-31;УК-7.2-31;УК-9.1-31	<p>Теоретические вопросы: 1. Свойство машин, характеризующее сохранение их работоспособного состояния, его характеристика. 2. Показатели безотказности и их характеристика. 3. Интенсивность отказов и ее сущность. 4. Наиболее вероятное распределение для описания внезапных отказов. Свойства. 5. Наиболее вероятное распределение для описания постепенных отказов. Свойства. 6. Закон Вейбулла, область применения, свойства. 7. Что характеризует распределение Пуассона. Область применения. 8. Единичные и комплексные показатели ремонтпригодности, характеристика. 9. Испытание на надежность. Основные условия. 10. Пути повышения безотказности. 11. Повреждения деталей металлургических машин и их краткая характеристика. 12. Износ деталей во времени. Пути повышения износостойкости. 13. Условия приработки трущихся поверхностей. 14. Виды изнашивания и их краткая характеристика. 15. Виды смазки и их краткая характеристика. 16. Условия реализации жидкостной смазки. 17. Условия реализации граничной смазки. 18. Общая характеристика смазочных материалов. 19. Свойства минеральных масел. 20. Свойства пластичных смазочных материалов. 21. Методика выбора смазочных материалов для узлов трения. 22. Методика выбора марки минерального масла для подшипников скольжения. 23. Системы смазывания и их краткая характеристика.</p>
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

Р1	Домашняя работа на тему; "Расчет показателей надежности восстанавливаемых систем"	ПК-2.1-У1;ПК-2.1-В1;УК-7.2-У1;УК-7.2-В1;УК-9.1-У1;УК-9.1-В1	1. Определить число объектов работоспособных на момент времени t - $N_p(t)$. 2. Рассчитать вероятность отказа устройства за наработку t по формуле (2.2) и провести проверку правильности расчетов. 3. Определить математическое ожидание числа объектов $N_p(t)$ работоспособных к наработке t . 4. Разбить выборку экспериментальных данных на g интервалов и определить ширину каждого интервала (формулы (2.4), (2.5)). 5. Рассчитать число попаданий в каждый интервал и статистическую вероятность отказа. 6. Построить гистограмму распределения случайных величин. 7. Определить основные характеристики случайных величин. 8. Сделать выводы и оформить работу
----	---	---	--

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

По данной дисциплине экзамен не предусмотрен.

Дистанционно зачет проводится в LMS Canvas.

Образец заданий для зачета, проводимого дистанционно в LMS Canvas

1. Дайте определение теории надежности.
 - a) наука о закономерностях возникновения отказов объектов и методов их прогнозирования, способах повышения надежности изделий при конструировании, изготовлении и эксплуатации;
 - b) наука о трении, изнашивании, смазке и контактном взаимодействии поверхностей при их взаимном относительном движении;
 - c) часть механики деформируемого твёрдого тела, которая рассматривает методы расчётов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при одновременном удовлетворении требований надежности, экономичности и долговечности;
 - d) наука, изучающая процессы разрушения твердого кускового материала на мелкие части, большая часть которых оказывается крупнее 5 мм.
2. Какие переходы технического состояния оборудования возможны после отказа?
 - a) из неработоспособного в исправное;
 - b) из исправного в неработоспособное;
 - c) из предельного в неработоспособное;
 - d) из работоспособного в исправное.
3. Что называется законом распределения случайной величины?
 - a) всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.
 - b) календарное время проведения одного ремонта данного вида;
 - c) математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от её среднего значения;
 - d) генеральная совокупность всех допустимых значений случайной величины.
4. Что понимается под наработкой?
 - a) вероятность того, что в наугад взятый момент в стационарном режиме элемент будет исправен;
 - b) объем работы, выполненный оборудованием за определенный период времени;
 - c) продолжительность работы оборудования, измеряемая в единицах времени;
 - d) вероятность того, что в течение заданного интервала времени произойдет отказ.
5. Какие элементы и системы называют восстанавливаемыми?
 - a) элементы и системы, которые в случае отказа заменяют новыми;
 - b) элементы и системы, которые в случае отказа подвергаются восстановлению;
 - c) часть системы, предназначенная для выполнения определенных функций и неделимая на составные части при данном уровне рассмотрения;
 - d) множество элементов и связь между ними, образующих некоторую целостность.
6. Какое техническое состояние оборудования является предельным?
 - a) состояние объекта, при котором он полностью соответствует требованиям нормативно-технической документации;
 - b) состояние объекта, при котором значения параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации;
 - c) состояние объекта, при котором восстановление его исправного или работоспособного состояния недопустимо или нецелесообразно;
 - d) состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.
7. Какое отказ оборудования называется постепенным?
 - a) Отказ, вызванный скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта.
 - b) Отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации.
 - c) Отказ, являющийся следствием ошибок конструирования или нарушения установленных правил или норм проектирования.
 - d) Отказ из-за нарушений установленных правил и (или) условий эксплуатации.
8. Какое дефект оборудования называется повреждением?
 - a) Событие, заключающееся в нарушении работоспособности оборудования.
 - b) Событие, заключающееся в нарушении исправности оборудования при сохранении его работоспособности.
 - c) Отказ, являющийся следствием ошибок конструирования или нарушения установленных правил или норм проектирования.
 - d) Самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора.
9. Что называется вероятностью суммы двух событий?
 - a) Вероятность события, состоящее в появлении хотя бы одного из этих событий.
 - b) Вероятность события, состоящее в одновременном появлении этих событий.
 - c) Число, которое характеризует возможность появления события и принимает значения в диапазоне от 0 до 1.
 - d) Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий.

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

При оценке контрольной работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Работа соответствует всем предъявляемым требованиям, правильно выполнен расчет всех параметров.

«не зачтено» - Работа не соответствует большинству предъявляемых критериев, расчеты параметров проведены с ошибками.

Оценивание ответов зачета:

«Зачет»: Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер. Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера. Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей.

«Не зачет»: Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

Оценка «не явка» – обучающийся на зачёт не явился.

Критерии оценки ответов на зачете, проводимом в дистанционной форме в LMS Canvas:

25-15 верных ответов - «зачтено»;

14 и менее верных ответов - «не зачтено».

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Н.А.Чиченёв, А.Ю.Зарапин, С.М.Горбатюк	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: Курс лекций : N 1349		М.: МИСиС, 2008, http://elibrary.misis.ru
Л1.2	Сибикин Ю.Д.	Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебник		Директ-Медиа, 2020, URL: http://biblioclub.ru/index

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Ю.В.Жиркин	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: Учебник		Магнитогорск: МГТУ, 2002,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Н.А.Чиченёв, Н.В.Пасечник, Ю.А.Зарапин	Надёжность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: Метод. указания: N 1346		М.: МИСиС, 2008, http://elibrary.misis.ru
Л3.2	Р.Р. Дема,Т.В. Степыко	Математическая теория надежности: Методическое пособие		НФ НИТУ "МИСиС", 2020, http://nf.misis.ru/

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э2	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
Э3	НФ НИТУ "МИСиС"	www.nf.misis.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Расширенный Rus Edition 150 -249 Node 1y EDU RNW Lic.
П.2	Компас 3D V21-22
П.3	Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition;
П.4	"ГАРАНТ аэро" (Клиент)
П.5	7-zip
П.6	Zoom

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Курс математическая теория надежности в системе Canvas (https://lms.misis.ru/enroll/WWRBK3)
-----	--

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas. Он доступен по URL адресу <https://lms.misis.ru/enroll/WWRBK3> и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ... Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучить учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), загрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Математическая теория надежности_Иванов_И.И._БТМО-17_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно загружать в pdf формате.

Работа, загружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, загрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность загрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра загрузить работу не получится;

- 6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;
- 7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;
- 8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;
- 9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;
- 10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams. Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае

невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.