

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.09.2023 15:35:22

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Надежность технологических машин

Закреплена за подразделением

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Направление подготовки

15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дтн, профессор, Чиченев Николай Алесеевич;- , ст.преп., Басыров Ильнур Ильшатович

Рабочая программа

Надежность технологических машин

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, 15.03.02-БТМО-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Протокол от 24.05.2022 г., №4

Руководитель подразделения Карфидов А.О.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – формирование у студентов знаний, умений и навыков по оценке надежности технологических машин и оборудования, умению пользоваться основными критериями оценки показателей надежности, долговечности и ремонтпригодности технологического оборудования, применению планов испытаний для оценки надежности, установлению причин отказа деталей, узлов и механизмов, применению методов повышения надежности технологического оборудования и методике расчета надежности элементов технологического оборудования.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Деформационные модули и комплексы	
2.1.2	Инжиниринг гидропривода технологических машин	
2.1.3	Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств	
2.1.4	Информационные технологии в инжиниринге технологического оборудования	
2.1.5	Мехатроника	
2.1.6	Производство сварных металлоизделий	
2.1.7	Теория механизмов и машин	
2.1.8	Математические методы в инжиниринге	
2.1.9	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации	
2.1.10	Механика	
2.1.11	Информатика	
2.1.12	ARTCAD	
2.1.13	Автоматизированное проектирование машин	
2.1.14	Гидравлика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Автоматизация процессов, машин и агрегатов	
2.2.2	Производственная практика	
2.2.3	Производственная практика	
2.2.4	Инженерное прототипирование	
2.2.5	Инжиниринг коллаборативных робототехнических комплексов	
2.2.6	Инжиниринг робототехнических приборов	
2.2.7	Обратный инжиниринг деталей машин и элементов конструкций	
2.2.8	Инновационные комплексы и модули	
2.2.9	Методы исследования технологического оборудования	
2.2.10	Моделирование технологического инструмента и узлов деталей оборудования	
2.2.11	Аддитивные технологии	
2.2.12	Аддитивные технологии в машиностроении	
2.2.13	Методы интеллектуальной обработки данных	
2.2.14	Управление инновациями	
2.2.15	Научно-исследовательская работа	
2.2.16	Научно-исследовательская работа	
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.19	Моделирование и инжиниринг промышленных конструкций	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способность участвовать в разработке предложений по совершенствованию технологических машин, оборудования и процессов
Знать:
ПК-3-31 методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы.

ОПК-14: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Знать:
ОПК-14-31 назначение, область применения и методику определения основных критериев надежности технологических машин и оборудования;
ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
Знать:
ОПК-13-32 стратегии восстановления работоспособного состояния деталей, узлов и механизмов технологических машин и оборудования;
ОПК-13-31 основные положения по расчету показателей надежности механизмов и деталей технологических машин и оборудования;
ОПК-14: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Уметь:
ОПК-14-У1 использовать формулы математической теории надежности и пакеты прикладных программ для расчета основных критериев оценки надежности, долговечности и ремонтпригодности механизмов и систем разного типа;
ПК-3: Способность участвовать в разработке предложений по совершенствованию технологических машин, оборудования и процессов
Уметь:
ПК-3-У1 использовать необходимую нормативно-техническую документацию, справочную литературу и методические рекомендации, касающиеся выполняемой работы.
ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
Уметь:
ОПК-13-У1 применять законы распределения случайной величины для расчета и оценки параметров надежности, безотказности, долговечности и ремонтпригодности;
ОПК-13-У2 выбирать стратегии восстановления работоспособного состояния деталей, узлов и механизмов оборудования;
ПК-3: Способность участвовать в разработке предложений по совершенствованию технологических машин, оборудования и процессов
Владеть:
ПК-3-В1 навыками подготовки отчетов по выполненным расчетно-графическим работам с использованием необходимой нормативно-технической документации, справочной литературы и методических рекомендаций.
ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования
Владеть:
ОПК-13-В1 методами расчета надежности деталей, механизмов и систем технологических машин и оборудования;
ОПК-13-В2 методикой повышения надежности типовых узлов и механизмов технологического оборудования; пользоваться базами данных металлургического оборудования;
ОПК-14: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Владеть:
ОПК-14-В1 основными понятиями и определениями в области теории надежности, эксплуатации и ремонта технологического оборудования;

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. Основы теории надежности							
1.1	Качество и надежность технологических машин /Лек/	7	3	ОПК-14-31	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3 Э4		КМ1	
1.2	Качество и надежность технологических машин /Пр/	7	2	ОПК-14-У1	Л2.5 Л1.1 Э1 Э3 Э4		КМ2	

1.3	Качество и надежность технологических машин /Ср/	7	6	ОПК-14-В1	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3 Э4			
1.4	Математические зависимости для оценки надежности /Лек/	7	4	ОПК-14-31	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3		КМ3	
1.5	Математические зависимости для оценки надежности /Пр/	7	2	ОПК-14-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3			
1.6	Математические зависимости для оценки надежности /Ср/	7	6	ОПК-14-В1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4			
Раздел 2. Надежность элементов и систем оборудования								
2.1	Надежность элементов и систем технологических машин /Лек/	7	2	ОПК-13-31	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э4		КМ6	
2.2	Надежность элементов и систем технологических машин /Ср/	7	8	ОПК-14-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э4			
2.3	Надежность элементов и систем технологических машин /Пр/	7	3	ОПК-14-В1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4			
Раздел 3. Восстановление работоспособного состояния оборудования								
3.1	Восстановление работоспособного состояния машин /Лек/	7	4	ОПК-13-32	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э3		КМ9	
3.2	Восстановление работоспособного состояния машин /Пр/	7	6	ОПК-13-У2	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э3		КМ10	
3.3	Восстановление работоспособного состояния машин /Ср/	7	10	ОПК-13-В2 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3			
Раздел 4. Эксплуатационная надежность технологических машин								
4.1	Эксплуатационная надежность технологических машин /Лек/	7	4	ПК-3-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ12,К М13	
4.2	Эксплуатационная надежность технологических машин /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ14,К М15,К М16	
4.3	Эксплуатационная надежность технологических машин /Ср/	7	8	ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			

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-01. Качество и надежность технологических машин	ОПК-14-31	Основные понятия и показатели качества продукции Этапы и направления развития надежности Экономическое значение надежности Стандартизация в области надежности Основные понятия и определения теории надежности
КМ2	Тест-02. Показатели надежности	ОПК-14-31;ОПК-14-У1	Классификация показателей надежности Показатели безотказности Показатели долговечности Показатели ремонтпригодности Показатели сохраняемости Комплексные показатели надежности
КМ3	Тест-03. Математические зависимости для оценки надежности - 1	ОПК-14-У1	Элементы теории вероятности и математической статистики Вероятность события Случайные величины
КМ4	Тест-04. Математические зависимости для оценки надежности - 2	ОПК-14-У1	Распределения, используемые в теории надежности. Основные распределения и области их применения. Экспоненциальный закон распределения. Нормальный закон распределения. Логарифмическое нормальное распределение Распределение Вейбулла
КМ5	Тест-05. Математические зависимости для оценки надежности - 3	ОПК-14-У1	Проверка статистических гипотез Общие сведения Сравнение дисперсий Сравнение средних Проверка однородности наблюдений Оценка близости эмпирического и теоретического распределений
КМ6	Тест-06. Надежность элементов и систем технологических машин - 1	ОПК-13-31;ОПК-13-У1	Надежность невозстанавливаемого элемента Вероятности отказа и безотказной работы Интенсивность отказов Средняя наработка до отказа
КМ7	Тест-07. Надежность элементов и систем технологических машин - 2	ОПК-13-31;ОПК-13-У1	Надежность восстанавливаемого элемента. Восстанавливаемый элемент в случае мгновенного восстановления. Распределение Пуассона. Элемент с конечным временем восстановления.
КМ8	Тест-08. Надежность элементов и систем технологических машин - 3	ОПК-13-31;ОПК-13-У1	Надежность систем. Общие сведения. Система с последовательным соединением элементов. Система с параллельным соединением элементов Надежность восстанавливаемых систем
КМ9	Тест-09. Восстановление работоспособного состояния оборудования - 1	ОПК-13-32;ОПК-13-У2	Стратегии восстановления Стратегии восстановления при внезапных отказах Стратегия аварийных полных замен Стратегия аварийных минимальных замен Стратегия плановых и аварийных полных замен Стратегия плановых и аварийных минимальных замен
КМ10	Тест-10. Восстановление работоспособного состояния оборудования - 2	ОПК-13-32;ОПК-13-У2	Восстановление при постепенных отказах. Восстановление на основе задания лимита времени. Оценка эффективности принимаемых решений при техническом обслуживании

КМ11	Тест-11. Эксплуатационная надежность металлургических машин - 1	ПК-3-31;ПК-3-У1	Испытания на надежность Общие сведения Биномиальный план испытаний Планы испытания на надежность с измерением наработок
КМ12	Тест-11. Эксплуатационная надежность металлургических машин - 2	ПК-3-31;ПК-3-У1	Оценка показателей безотказности Оценивание на основе параметрических методов Оценивание на основе непараметрических методов Оценивание по результатам измерения определяющего параметра (величины износа)
КМ13	Тест-12. Эксплуатационная надежность металлургических машин - 3	ПК-3-31;ПК-3-У1	Оценка показателей долговечности Модели оценивания Непараметрические модели оценивания Оценивание среднего ресурса по величине износа Оценивание остаточного ресурса
КМ14	Тест-14. Повышение надежности технологического оборудования.	ПК-3-31;ПК-3-У1	Пути повышения надежности. Повышение надежности при проектировании. Повышение надежности при изготовлении. Повышение надежности при эксплуатации. Экономический подход к надежности оборудования
КМ15	Тест-15. Оценка предельного состояния технологических машин и оборудования.	ПК-3-31;ПК-3-У1	Выходные параметры машин и оборудования. Критерии предельного состояния. Критерии предельного износа. Предельные износы по условию прочности
КМ16	Зачет с оценкой	ПК-3-31;ОПК-14-31;ОПК-13-31;ОПК-13-32	Качество и надежность технологических машин Математические зависимости для оценки надежности Надежность элементов и систем технологического оборудования Восстановление работоспособного состояния оборудования Эксплуатационная надежность металлургических машин Повышение надежности технологического оборудования Оценка предельного состояния технологических машин и оборудования

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	Домашнее задание № 1.	ОПК-14-У1;ОПК-14-В1	Результаты 100 измерений случайной величины X приведены в таблице. Для каждого варианта требуется выполнить следующее: представить опытные данные в сгруппированной виде, найти эмпирическую функцию распределения и построить её график, построить полигон и гистограмму относительных частот, вычислить числовые характеристики выборки, проверить соответствие теоретического и эмпирического распределений.
P2	Домашнее задание № 2.	ПК-3-У1;ПК-3-В1	На испытании находилось 1000 невосстанавливаемых элементов, отказы которых фиксировались через каждые 200 часов (таблица). Определить вероятность безотказной работы, вероятность отказов, интенсивность и частоту отказов на каждом интервале времени; построить графики зависимости указанных выше параметров от времени.

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

Экзамен не предусмотрен

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

Шкала оценивания домашних заданий и тестов.

Оценивание проводится по балльной системе. Общее количество вопросов принимается за 100 %, оценка выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству вопросов в процентах.

Оценка Процент правильных ответов

Отлично (5) От 86% до 100 %

Хорошо (4) От 71 % до 85 %

Удовлетворительно (3) От 60 % до 70 %

Неудовлетворительно (2) Менее 60 %

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Чиченев Н. А.	Надежность технологических машин: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1		Надежность технических систем и изделий: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1965
Л2.2	Карепов В. А., Безверхая Е. В., Чесноков В. Т.	Надежность горных машин и оборудования: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л2.3	Схиртладзе А. Г., Уколов М. С., Скворцов А. П., Схиртладзе А. Г.	Надежность и диагностика технологических систем: учеб. для студ. вузов, обуч по спец. "Металлообрабатывающие станки и комплексы" напр. подготовки дипломированных спец. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"	Библиотека МИСиС	М.: Новое знание, 2008
Л2.4	Шишко В. Б., Чиченев Н. А.	Надежность технологического оборудования: учебник для студ. вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.5	Жиркин Ю. В.	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: Учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	Магнитогорск: Магнитог. гос. техн. ун-т, 2002
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Чиченев Н. А., Пасечник Н. В., Зарапин А. Ю.	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: метод. указания к выполнению курсовой работы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л3.2	Чиченев Н. А., Зарапин А. Ю., Горбатюк С. М.	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлург. машины и оборудование	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Проников, А.С. Параметрическая надежность машин [Текст] / А.С. Проников. – М. : МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. – 560 с.		https://www.studmed.ru/pronikov-as-parametricheskaya-nadezhnost-mashin_ebcf84e71f2.html	
Э2	Половко, А.М. Основы теории надежности. Приктикум [Текст] / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 560 с		https://www.studmed.ru/polovko-a-m-gurov-s-v-osnovy-teorii-nadezhnosti-praktikum_4ab47d7e9df.html	
Э3	Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин) [Текст] : учебник / Д.Н. Гаркунов. – М.: "Издательство МСХА", 2002. - 632 с		https://www.studmed.ru/garkunov-dn-tribotehnika-konstruirovanie-izgotovlenie-i-ekspluataciya-mashin_777ac7c90d6.html	

Э4	Решетов, Д.Н. Надежность машин [Текст] : учеб. пособие / Д.Н. Решетов, С.А. Иванов, В.З. Фадеев. – М. : Высшая школа, 1988. – 120 с.	https://www.studmed.ru/reshetov-dn-ivanov-as-fadeev-vv-nadezhnost-mashin_486f50a5ceb.html
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	SolidWorks Education 1000 CAMPUS	
П.2	Autodesk Inventor	
П.3	Autodesk AutoCAD	
П.4	Microsoft Office	
П.5	LMS Canvas	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	ANSYS Academic Research CFD	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Г-342	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Г-342	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается выполнением курсовой работы, контрольных работ, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин и др.).

В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Дисциплина относится к техническим наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.