

**«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС»**

в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСиС»
от «28» июня 2024 г.
протокол № 6

Рабочая программа дисциплины Надежность и диагностика горных машин

Закрепленная кафедра **Кафедра горного дела**

Направление
подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация **Открытые горные работы**

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 36

самостоятельная работа 108

часов на контроль 72

Семестр(ы) изучения 6

Формы контроля

зачет в 6 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль			
Итого:	108	108	108

Год набора 2024

Программу составил:
Сайдамина Исохон Абдулфайзович, профессор, д. т. н
Должность, уч. ст., уч. зв. ФИО полностью

_____ *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Надежность и диагностика горных машин

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:
21.05.04 Горное дело, **Открытые горные работы**, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС»
28.06.2024г., протокол №6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

Зав. кафедрой ГД

_____ *подпись*

А.А. Казанцев

И.О. Фамилия

«13» июня 2024 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав. кафедрой ГД, к.т.н.

_____ *подпись*

А.А. Казанцев

И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель освоения дисциплины – подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности в области создания машин и оборудования для горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

Задачи дисциплины:

1. Изучение основных свойств надежности горных машин и оборудования и способов их количественной оценки;
2. Приобретение навыков использования законов распределения случайных величин в практических задачах теории надежности;
3. Приобретение навыков применения основных положения теории надежности при конструировании, изготовлении и эксплуатации горной техники, в т.ч. для расчета необходимого количества запасных частей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)		Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.1.1	Детали машин и основы конструирования	
2.1.2	Математика 1	
2.1.3	Математика 2	
2.1.4	Математика 3	
2.1.5	Технология конструкционных материалов	
2.1.6	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.1.7	Теоретическая механика	
2.1.8	Материаловедение	
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР	
2.2.1	Эксплуатация горных машин и оборудования	
2.2.2	Конструирование горных машин и оборудования	
2.2.3	Горные машины и оборудование подземных горных работ	
2.2.4	Механическое оборудование карьеров	
2.2.5	Механическое оборудование обогатительных фабрик	
2.2.6	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты	

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-2: Способен выполнять проектирование отдельных систем и узлов горных машин	
Знать:	3-1. Понятия и положения теории надежности. 3-2. Элементы теории вероятностей и математической статистики. 3-3. Показатели надежности машин и их взаимосвязи с законами основных распределений. 3-4. Методологию прогнозирования статистической и параметрической надежности элементов и систем горных машин и оборудования.
Уметь:	У-1. Рассчитывать показатели надежности. У-2. Пользоваться руководящими техническими материалами.
Владеть навыком:	Н-1. Расчета показателей надежности.
ОПК-16: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	
Знать:	3-1. О проблемах и современном состоянии горнорудной промышленности в области подземной разработки месторождений полезных ископаемых. 3-2. Организацию безопасного производства работ в условиях подземного рудника. 3-3. Принципы выбора прогрессивных средств механизации горных работ.
Уметь:	У-1. Производить статистическую обработку материалов по испытаниям на надежность.
Владеть навыком:	Н-1. Методиками расчета, назначенного и остаточного ресурсов (сроков службы) горных машин и оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Теоретический	6	18			
1.1	Тема 1. Введение. Основные положения теории надежности. Определение понятия надежности. Показатели надежности /лекция/	6	0,5	ОПК-16	Л 1.1	
1.2	Тема 2. Математический аппарат теории вероятностей. Вероятность события. Теоремы, применяемые в теории вероятностей /лекция/	6	1,5	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.3	Тема 3. Случайные величины и их характеристики. Способы задания законов распределения. Способы задания дискретных случайных величин. Способы задания непрерывных случайных величин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.4	Тема 4. Особенности надежности восстанавливаемых изделий. Формирование потока отказов. Структурные формулы надежности средств механизации горных работ /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.5	Тема 5. Анализ структурных состояний средств механизации горных работ. Структурное резервирование горношахтного оборудования /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.6	Тема 6. Расчет показателей надежности горного оборудования. Получение информации о надежности оборудования. Способы получения информации о надежности горных машин. /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.7	Тема 7. Обработка статистической информации. Специальные методы определения распределений случайных величин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.8	Тема 8. Обеспечение надежности средств механизации горных работ. Технологические мероприятия по поддержанию надежности горных машин /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
1.9	Тема 9. Снижение затрат времени на ликвидацию отказов. Расчет необходимого количества запасных частей. Техническая диагностика /лекция/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	
2	Раздел 2. Практический	6	18			
2.1	Тема 1. Применение теорем сложения и умножения вероятностей для расчетов надежности горных машин и оборудования /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.2	Тема 2. Определение вероятности появления различного числа отказов горных машин и оборудования за период заданной наработки /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.3	Тема 3. Использование аналитических выражений законов распределения непрерывных случайных величин для расчета вероятности безотказной работы $P(t)$ горных машин и оборудования для заданного времени t_z их работы и вероятности попадания случайной величины в заданный	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	

	интервал. /практика/					
2.4	Тема 4. Определение гамма-процентного ресурса горных машин и оборудования при известном среднем ресурсе R1CP до первого капитального ремонта и коэффициенте вариации R /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.5	Тема 5. Определение количественных значений показателей надежности горных машин и оборудования на основании эксплуатационных данных, как систем, состоящих из последовательно взаимодействующих элементов /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.6	Тема 6. Расчет показателей надежности систем забойного оборудования с использованием структурных формул их надежности и формул синтеза показателей надежности /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.7	Тема 7. Расчет вероятности безотказной работы систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.8	Тема 8. Определение средней наработки до отказа систем при различных структурных схемах взаимодействия элементов и способах их резервирования /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
2.9	Тема 9. Расчет необходимого количества запчастей для ликвидации отказов горных машин и оборудования /практика/	6	2	ОПК-16 ПК-2	Л 1.2	
3	Самостоятельная работа студента	6	36			
3.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам курса, указанным в теоретическом разделе.	6	18	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1 Л 2.1	
3.2	Выполнение контрольной работы №1	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 2.2	
3.3	Выполнение контрольной работы №2	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 2.2	
3.4	Выполнение домашнего задания «Определение показателей надежности»	6	6	ОПК-16 ПК-2	Л 1.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации:

Вопросы для проверки знаний:

1. Дайте определение надежности.
2. Какие обобщенные объекты рассматриваются в теории надежности?
3. Из каких разделов состоит дисциплина «Надежность»?
4. По каким критериям изделия делят на восстанавливаемые и невосстанавливаемые?
5. Назовите свойства надежности.
6. Приведите отличия исправного и работоспособного оборудования.
7. Дайте определение отказа оборудования.
8. Назовите причины отказов горных машин.
9. Какими параметрами обуславливается надежность оборудования?
10. Как различаются показатели надежности?
11. Каким требованиям, должны удовлетворять показатели надежности?
12. Дайте определение вероятности безотказной работы.
13. Дайте определение интенсивности отказов.
14. Чем характеризуется параметр потока отказов?
15. Дайте определение ресурса оборудования.
16. Объясните параметры надежности горного оборудования, при $t = 0$; $P = 1$.

<p>17. На основе каких данных может быть определена величина безотказной работы за некоторый промежуток времени?</p> <p>18. Дайте определение гамма-процентного ресурса.</p> <p>19. Назовите показатели ремонтпригодности.</p> <p>20. Что характеризуют коэффициенты: готовности, аварийного простоя, относительных простоев?</p> <p>21. Как между собой связаны коэффициенты готовности и аварийного простоя?</p> <p>22. Дайте определение интенсивности восстановления.</p> <p>Вопросы для проверки умений и навыков</p> <p>1. Определите вероятность безотказной работы системы без резервирования если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого $p_i(t)=0.9$.</p> <p>2. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании с постоянным общим резервом если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого $p_i(t)=0.9$.</p> <p>3. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании с постоянным отдельным резервом если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого $p_i(t)=0.9$.</p> <p>4. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании всей системы если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого $p_i(t)=0.9$.</p> <p>5. Определите вероятность безотказной работы системы при дублировании каждого элемента если система состоит из четырех последовательно соединенных элементов с вероятностью безотказной работы каждого $p_i(t)=0.9$.</p> <p>6. Определите коэффициент готовности если средняя наработка на отказ 200 ч, а среднее время восстановления при внеплановых ремонтах – 16 ч.</p> <p>7. Определите коэффициент оперативной готовности если коэффициент готовности равен 0,7, а вероятность безотказной работы $p(t)=0.9$.</p> <p>8. Определите коэффициент технического использования если время пребывания объекта в работоспособном состоянии составляет 180 ч, а время из-за простоев и технического обслуживания составляет 20 ч.</p> <p>9. Определите коэффициент восстановления если на восстановление одного узла ушло 4 ч, а на восстановление всего изделия 16 ч?</p> <p>10. Чему равен показатель риска $Q(t)$ если вероятность безотказной работы $p(t)=0.9$?</p> <p>11. Определите суммарный средний ресурс вала если ресурс вала по нормальным напряжениям изгиба составляет 13,8 лет, а по касательным напряжениям 18,6 лет.</p>
<p align="center">Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)</p> <p>Практические работы</p> <p>1. Расчет надежности невосстанавливаемых объектов при экспоненциальном и нормальном законах распределения.</p> <p>2. Расчет надежности восстанавливаемых изделий.</p> <p>3. Оценка надежности отдельных узлов и соединений.</p> <p>4. Определение потребности в запасных частях.</p> <p>5. Определение необходимой длительности испытаний горных машин и оборудования в условиях эксплуатации с целью установления их средней наработки на отказ</p> <p>Домашнее задание «Определение показателей надежности».</p> <p>Контрольная работа №1.</p> <p>Контрольная работа №2.</p>
<p align="center">Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена</p>
<p>Экзамен не предусмотрен.</p>
<p align="center">Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 6 семестре. • Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости в 6 семестре - балльно-рейтинговая: <ul style="list-style-type: none"> - посещение лекций – 1 балл за 1 занятие (всего 18 занятий), итого не более 18 баллов; - выполнение практических работ – по 10 баллов за ПЗ (всего 6 работ), итого не более 60 баллов; - выполнение домашнего задания – 10 баллов; - выполнение контрольных работ – по 6 баллов за 1 работу (всего 2 работы), итого не более 12 баллов. <p>ИТОГО не более 100 баллов в семестре.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.Н. Гетопанов, В.М. Рачек	Проектирование и надежность средств комплексной механизации. Учебник	Университетская библиотека ONLINE https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364028	М.: Недра, 1986. – 208 с.
Л 1.2	В.И. Солод, В.Н. Гетопанов, И.Л. Шильберг	Надежность горных машин и комплексов. Учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429857	МГИ. – М., 1972. – 198 с.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Кузнецов, С.М.	Обоснование надежности работы машин и оборудования : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=59596 6	Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 164 с. : ил., табл. ISBN 978-5-4499-1514-6
Л 2.2	Леонова, О.В.	Надёжность механических систем : учебное пособие	Университетская библиотека ONLINE https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=42985 8	Москва : Альтаир : МГАВТ, 2014. – 179 с. : ил., табл., схем
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www.google.ru			
Э 2				
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Office Professional Plus 2016			
П 2	WINHOME 10 RUS			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». Договор № P97-2023/780 от 05.12.2023 г. (НЭБ (ООО))			
И 2	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. Лиц. Договор №10446/23П р/н 73 от 22.08.2023г. (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)			
И 3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Договор № P97-2023/718 от 21.11.2023г. (ООО «Современные технологии»)			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)	
7.1	Ауд. 320. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор BENQ и экран. 2. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешному изучению дисциплины предшествует знание курсов математики, теоретической механики, сопротивления материалов, теории механизмов и машин, материаловедения, необходимые основы которых следует восстановить и освежить. Самостоятельная работа студента является одним из основных видов учебной работы, которая включает в себя следующие элементы: проработка лекционного материала, работа с рекомендуемыми учебниками и учебными пособиями, работа над домашним заданием, подготовка и сдача контрольных работ.

Сталкиваясь с той или иной расчетной формулой или характеристикой, описывающих работу машины, передачи, редуктора или узла студент должен понять сущность и закономерность, которые они отражают, а также проанализировать размерности входящих в них величин.

Студенту необходимо быть активным участником практического занятия. Это нужно не преподавателю, а в первую очередь обучающемуся, поскольку умение делать замеры, расчеты и эскизы не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

Домашнее задание имеет большое значение в развитии навыков самостоятельной творческой работы студентов. На лекциях и консультациях преподаватель рекомендует выполнять его в определенном порядке, которому желательно следовать для успешного выполнения работы. Не возбраняется пользование другими алгоритмами расчета, которые подтверждены методическими указаниями и примерами.

При защите домашнего задания студент должен уметь пояснить методику расчетов.