



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

13.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Горные машины и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	5

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

10.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ГМиТТК,
канд. техн. наук

 А.А.Кудряшов

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ,  С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Теория надежности горных машин и оборудования» являются:

- формирование и развитие у обучающихся готовности к участию в исследовании надежности ГМиО и их структурных элементов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория надежности горных машин и оборудования входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Динамика и прочность

Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле

Конструкционные и инструментальные материалы в горном производстве

Теория вероятностей и математическая статистика

Высшая математика

Информационные технологии

Анализ данных

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Стационарные машины (шахт, карьеров и обогатительных фабрик)

Горные машины и оборудование подземных горных работ

Грузоподъемные машины и механизмы

Конструирование горных машин и оборудования

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Анализ и оценка результатов

Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт горных машин

Производственная - научно-исследовательская работа

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория надежности горных машин и оборудования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать проектные инновационные решения по модернизации горных машины и оборудования различного функционального назначения в различных климатических, горногеологических и горнотехнических условиях
ПК-1.1	Обосновывает технологию и механизацию горных работ, методы профилактики аварий машин и оборудования, способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горных машин и оборудования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов:
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 95,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Тема 1								
1.1 1. Теория надежности как наука и научная дисциплина. Определение понятия «надежность»	5	0,16		0,32/0,2И	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка лабораторному занятию. Решение заданных задач	Сдача задач по теме «Жидкость и ее физические свойства».	
Итого по разделу		0,16		0,32/0,2И	5,3			
2. Тема 2								
2.1 2. Понятие «отказ». Классификация и характеристики отказов. Надежность и сохраняемость. Терминология надежности	5	0,06		0,28/0,36И	5,1	Поиск дополнительной информации по заданной теме Подготовка лабораторному занятию. Работа с компьютерными обучающими	Защита лабораторной работы №1 «Физические свойства жидкости». Сдача задач по разделам гидростатики.	
Итого по разделу		0,06		0,28/0,36И	5,1			
3. Тема 3								

3.1 Классификация технических систем	3. 5	0,1 1		1,2/0,6И	5,3	Поиск дополнительно й информации по заданной теме. Работа с компьютерны ми обучающими программами. Подготовка к лабораторному занятию. Решение	Сдача задач по теме Режимы движения жидкости.	
Итого по разделу		0,1 1		1,2/0,6И	5,3			
4. Тема 4								
4.1 4. Критерии и показатели надежности. Критерии надежности невосстанавливаем ых систем. Вероятность безотказной работы	5	0,1 1		1,2/0,2И	5,6	Поиск дополнительно й информации по заданной теме Подготовка к лабораторному занятию. Решение задач	Защита лабораторной работы №2 «Измерение гидростатическог о давления». Сдача задач по гидродинамике.	
Итого по разделу		0,1 1		1,2/0,2И	5,6			
5. Тема 5								
5.1 5. Плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов). Интенсивность отказов. Среднее время безотказной работы	5	0,1 1		0,2/0,2И	6	Поиск дополнительно й информации по заданной теме. Подготовка к лабораторному занятию. Решение задач	Защита задач по гидродинамике.	
Итого по разделу		0,1 1		0,2/0,2И	6			
6. Тема 6								
6.1 6. Критерии надежности восстанавливаемых систем. Среднее время работы между отказами и среднее время восстановления.	5	0,1 1		0,2/0,2И	8	Поиск дополнительно й информации по заданной теме	Защита лабораторной работы №3 «Изучение режимов движения жидкости».	
Итого по разделу		0,1 1		0,2/0,2И	8			
7. Тема 7								

7.1 7. Законы распределения времени до отказа, наиболее часто используемые в теории надежности	5	0,1 1		0,2/0,2И	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы. Решение задач по	Сдача задач по гидравлическому расчету трубопроводов.	
Итого по разделу		0,1 1		0,2/0,2И	5,3			
8. Тема 8								
8.1 8. Преобразование Лапласа. Специальные показатели надежности элементов и систем. Показатели надежности элемента.	5	0,1 1		0,2/0,2И	0,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы. Решение задач по	Защита лабораторной работы №4 «Иллюстрация уравнения Бернулли;	
Итого по разделу		0,1 1		0,2/0,2И	0,2			
9. Тема 9								
9.1 9. Стационарные значения показателей надежности элемента. Показатели надежности невосстанавливаемой и восстанавливаемой	5	0,1 1		0,24/0,24 И	7,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы. Решение задач по	Сдача практической работы по обозначению подсистем и элементов гидропривода. Порядок изображения гидросхем.	
Итого по разделу		0,1 1		0,24/0,24 И	7,2			
10. Тема10								
10.1 10. Проблемы анализа надежности сложных технических систем. Научное обоснование критериев и показателей надежности	5	0,1 1		0,2	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы.	Сдача лабораторной работы 5 «Соппротивление течению жидкости. Гидравлические характеристики. 59 Потери давления по длине	

Итого по разделу	0,1		0,2	5,3			
11. Тема11							
11.1 11. Разработка моделей функционирования сложной системы. Методы анализа надежности технических систем. Обзор существующих методов расчета надежности сложных систем.	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Управление усилием на выходном звене исполнительного механизма. Расчет гидроцилиндра	Сдача практической работы: Управление усилием на выходном звене исполнительного механизма. Расчет гидроцилиндров. Усилие на штоке. Гидравлическая мощность.	
Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
12. Тема12							
12.1 12. Причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем.	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы № 6 Объемный насос. Напорный (переливной). Клапан гидравлический.	Сдача лабораторной работы №6 Объемный насос. Напорный (переливной). Клапан гидравлический. Гидравлические характеристики. Особенности их совместной работы.	
Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
13. Тема13							
13.1 13. Зависимость показателей надежности от законов распределения дисциплины восстановления элементов.	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление практической работы: Управление положением выходного звена исполнительного механизма. Запорные и направляющие гидроаппараты	Сдача практической работы: Управление положением выходного звена исполнительного механизма. g Запорные и направляющие гидроаппараты. Распределители 2/2, 3/2, 4/2,4/3. Мощность привода.	

Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
14. Тема14							
14.1 14. Критичное влияние произвольных распределений отказов и восстановления на нестационарные показатели надежности	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы № 7: Управление усилием на исполнительном механизме гидропривода. Клапаны	Сдача лабораторной работы № 7: Управление усилием на исполнительном механизме гидропривода. Клапаны давления: напорный и редуцирующий	
Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
15. Тема15							
15.1 15. Методы и проблемы расчета надежности систем с большим числом состояний. Проблемы расчета надежности реконфигурируемых систем	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление практической работы: Построение диаграмм функционирования гидросистем. Диаграмма состояний. Диаграмма перемещений.	Сдача практической работы: Построение диаграмм функционирования гидросистем. Диаграмма состояний. Диаграмма перемещений.	
Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
16. Тема16							
16.1 16. Проблемы создания высоконадежных систем. Основная проблема надежности технических систем	5	0,1 1	0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме Оформление лабораторной работы: Последовательная работа исполнительных механизмов	Защита лабораторной работы № 8 Последовательная работа исполнительных механизмов. Комбинационные схемы управления.	
Итого по разделу	0,1		0,22	5,3			
17. Тема17							

17.1	17.					Поиск дополнительно й информации по заданной теме	Защита лабораторной работы по пропорционально му гидроприводу.	
Технические проблемы обеспечения надежности сложных систем	5	0,1 1		0,22	5,3	Оформление лабораторной работы. Разработка систем управления. Многотактные системы	Сдача релейно-контактн ой схемы управления многодвигательн ым гидроприводом.	
Итого по разделу		0,1		0,22	5,3			
18. Тема18								
18.1	18. Анализ надежности систем	5	0,1 3		0,22	5,3		
Итого по разделу		0,1		0,22	5,3			
Итого за семестр		2		6/2,4И	95,		зачёт	
Итого по дисциплине		2		6/2,4И	95,		зачет	

5 Образовательные технологии

1. В учебном процессе предусмотрены занятия в форме разбора конкретных ситуаций, связанных с особенностями надёжности машин и механизмов.
2. При проведении практических работ рассматриваются тесты по темам лекций.
3. Лекционные занятия проводятся в виде презентации.
4. Практические занятия проводятся с использованием редактора Mathcad.
5. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастерклассы экспертов и специалистов по тематике курса.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Долгин В. П. Надёжность технических систем: учеб. пособие / В. П. Долгин, А. О. Харченко. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 167 с. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=944892> (дата обращения: 03.03.2019)
2. Носов В. В. Диагностика машин и оборудования [Эл.рес.]: Учебное пособие. — 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 376 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 9785811412693 / издательство «Лань» Электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.magtu.ru/> — <http://e.lanbook.com/>. — Загл. с экрана.

2.й

б) Дополнительная литература:

1. Кравченко, И.Н. Оценка надёжности машин и оборудования: теория и практика. [Электронный ресурс]: учебник / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др., Под ред. проф. И.Н. Кравченко. — М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. — 336 с. / издательство «ИНФРА-М» Электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <http://www.magtu.ru/>. — <http://znanium.com/>. — Загл. с экрана.
2. Олизаренко, В. В. Основы эксплуатации горных машин и оборудования : учебное пособие / В. В. Олизаренко, В. С. Великанов. - 2-е изд., испр. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1057.pdf&show=dcatalogues/1/1119407/1057.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронны.
3. Малафеев, С.И. Надёжность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 316 с. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/87584> (дата обращения: 03.03.2019)
4. Острейковский, В. А. Теория надёжности: Учеб, для вузов / В. А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2003. - 463 с.: ил. - ISBN 5-06-004053-4. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/487996> (дата обращения: 03.03.2019)
5. Перятинский А. Ю. Надёжность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / А. Ю. Перятинский, О. Б. Прошкина, А. А. Коновалова ; МГТУ, каф. ПЭиБЖД. - Магнитогорск, 2007. - 121 с. : табл. - Текст : непосредственный.

6. Половко А. М. Основы теории надежности: учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 702 с : ил., табл. - Текст : непосредственный.

7. Половко А. М. Основы теории надежности. Практикум: учебное пособие / А. М. Половко, С. В. Гуров. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 557 с. : ил., табл.

8. Рыков В.В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие / Рыков В. В., Иткин В. Ю. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ). - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=560567> (дата обращения: 03.03.2019)

в) Методические указания:

1. Методика построения и ведения базы данных оборудования для прогнозирования параметров надежности исходя из условий его применения: учебное пособие / А.В. Козырь, А.А. Кудряшов, И.М. Кутлубаев и др. МГТУ, [каф. ГМиТТК]. - Магнитогорск, 2018. - 98 с. - Текст: непосредственный.

2. Прогнозирование надежности деталей и узлов металлургического оборудования при их проектировании и эксплуатации: учебное пособие / [В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов, М. Г. Слободянский] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 77 с. : ил., табл., схемы. - ISBN 978-5-9967-0285-5. - Текст : непосредственный

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
АРМ WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Детали машин и основы конструирования"	К-227-12 от 11.09.2012	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Компьютерный класс Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Mathcad, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; Читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерные задачи:

Задача 1. Изучить методику определения точечных характеристик распределения показателя надежности машины:

Задача 2. Ознакомиться с методами выбора теоретического закона распределения показателя надежности машины:

Задача 3. Изучить методику расчета интервальных характеристик распределения показателя надежности машины:

Задача 4. Выполнить обработку результатов эксплуатационных испытаний технического объекта на надежность с помощью математического пакета MathCad.1

Задача 5. Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: $m = 1000$ час, $\sigma = 250$ час. Определить:

- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;
- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале $[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]$;
- вероятность того, что, безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов.

Задача 6. Система состоит из пяти элементов с постоянными интенсивностями отказов. Вероятности безотказной работы элементов в течение t часов имеют следующие значения: $P_1(100) = 0,99$, $P_2(200) = 0,97$, $P_3(157) = 0,98$, $P_4(350) = 0,95$, $P_5(120) = 0,98$.

Определить вероятность безотказной работы системы в течение 625 часов ее функционирования, а также среднее время безотказной работы.

Задача 7. Проектируется нерезервированная система, состоящая из элементов четырех групп. Количество элементов каждой группы, а также интенсивность их отказов приведены в таблице.

Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов

Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, час ⁻¹
1	10	$2 \cdot 10^{-6}$
2	15	$4 \cdot 10^{-6}$
3	32	$2,5 \cdot 10^{-6}$
4	8	$5 \cdot 10^{-6}$

Определить:

- интенсивность отказа системы;
- среднее время безотказной работы;
- вероятность безотказной работы системы в течение времени $t_1 = 100$ часов, $t_2 = 1000$ часов и в интервале указанных наработок;
- плотность распределения времени безотказной работы системы при наработке $t_2 = 1000$ часов.

Задача 8. Резервированная система состоит из пяти элементов. Интенсивности их отказов приведены таблице.

Интенсивности отказов элементов

Номер элемента	1	2	3	4	5
λ_i , час ⁻¹	0,0002	0,0003	0,00004	0,0006	0,0001

Определить показатели надежности системы: интенсивность отказа, среднее время безотказной работы, вероятность безотказной работы, плотность распределения времени безотказной работы. Показатели надежности $P(t)$ и $f(t)$ получить на интервале от 0 до 1000 с шагом 100.

Задача 9. Резервированная система состоит из пяти элементов, имеющих различные законы распределения времени работы до отказа. Виды законов распределения и их параметры приведены в таблице.

Определить начальные моменты распределений: математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение для каждого элемента.

Определить показатели надёжности каждого элемента и всей системы:

- вероятность безотказной работы;

- плотность распределения времени безотказной работы;
- интенсивность отказов;
- среднее время безотказной работы системы.

Для показателей, зависящих от времени, получить решение в виде графиков и таблиц.

Законы распределения времени до отказа элементов и их параметры

Элементы				
1	2	3	4	5
TN(450; 60)	W(6; 300)	TN(500; 90)	$\Gamma(20; 200)$	$R(4 \cdot 10^{-5})$

Задача 10. Резервированная система состоит из пяти элементов, имеющих различные законы распределения времени работы до отказа. Виды законов распределения и их параметры приведены в таблице.

Определить начальные моменты распределений: математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение для каждого элемента.

Определить показатели надёжности каждого элемента и всей системы:

- вероятность безотказной работы;
- плотность распределения времени безотказной работы;
- интенсивность отказов;
- среднее время безотказной работы системы.

Для показателей, зависящих от времени, получить решение в виде графиков и таблиц.

Законы распределения времени до отказа элементов и их параметры

Элементы				
1	2	3	4	5
TN(380; 100)	$R(1,6 \cdot 10^{-5})$	W(7; 210)	$\text{Exp}(2 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(9; 85)$

Задача 11. Техническая система состоит из $n = 3$ подсистем, которые могут отказать независимо друг от друга. Отказ каждой подсистемы приводит к отказу всей системы. Вероятность того, что в течение времени t первая подсистема работает безотказно, равна 0,7,

вторая – 0,9, третья – 0,8. Найти вероятность того, что в течение времени t система проработает безотказно. Найти вероятность отказа системы за время t .

Задача 12. Резервированная система состоит из пяти элементов, имеющих различные законы распределения времени работы до отказа. Виды законов распределения и их параметры приведены в таблице.

Определить начальные моменты распределений: математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение для каждого элемента.

Определить показатели надёжности каждого элемента и всей системы:

- вероятность безотказной работы;
- плотность распределения времени безотказной работы;
- интенсивность отказов;
- среднее время безотказной работы системы.

Для показателей, зависящих от времени, получить решение в виде графиков и таблиц.

Законы распределения времени до отказа элементов и их параметры

Элементы				
1	2	3	4	5
$R(1 \cdot 10^{-5})$	$W(4,5; 180)$	$\Gamma(8; 77)$	$TN(400; 92)$	$Exp(1 \cdot 10^{-4})$

Задача 13. Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надёжности являются: $P_1(100) = 0,99$, $\lambda_2 = 0,00001 \text{ час}^{-1}$, $T_3 = 8100 \text{ час}$, $T_4 = 7860 \text{ час}$, $\lambda_5 = 0,000025 \text{ час}^{-1}$.

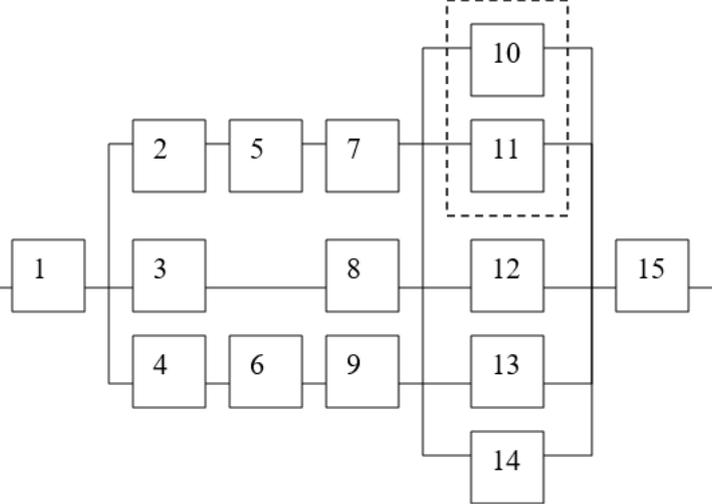
Определить время t , в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.

Задача 14 По структурной схеме надёжности технической системы в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы γ и значениям интенсивностей отказов ее элементов λ , требуется:

1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня 0,2.
2. Определить γ -процентную наработку технической системы.
3. Обеспечить увеличение γ -процентной наработки не менее, чем в 1,5 раза за счет:

Вариант А) повышения надёжности элементов;

Вариант В) структурного резервирования элементов системы.

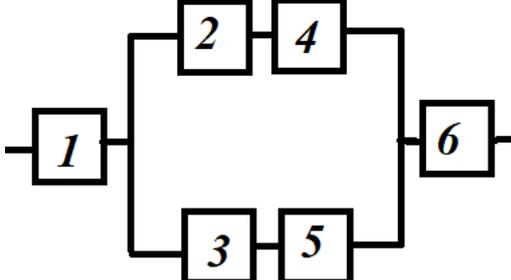


Приложение 2
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен разрабатывать проектные инновационные решения по модернизации горных машины и оборудования различного функционального назначения в различных климатических, горногеологических и горнотехнических условиях		
ПК-1.1:	Обосновывает технологию и механизацию горных работ, методы профилактики аварий машин и оборудования, способы ликвидации их последствий	<p>Примерные теоретические вопросы к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение понятия «надёжность». 2. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов. 3. Как связаны надёжность и сохраняемость? 4. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности. 5. Что такое критерии и показатели надёжности? 6. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем? 7. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить? 8. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить? 9. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить? 10. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить? 11. Каковы критерии надежности восстанавливаемых систем? 12. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления? 13. Что такое параметр потока отказов? 14. Что такое функция готовности и функция простоя? 15. Какие законы распределения времени до отказа наиболее часто используются в теории надежности? 16. Что такое преобразование Лапласа? 17. Какие существуют специальные показатели надежности элементов и систем? 18. Назовите специальные показатели надежности элемента. 19. Назовите стационарные значения показателей надежности элемента. 20. Каковы специальные показатели надежности невосстанавливаемой и восстанавливаемой техники? 21. Приведите основное уравнение функционирования системы. 22. Каким образом разрабатываются модели

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>функционирования сложной системы?</p> <p>23. Назовите известные методы расчета надежности сложных систем.</p> <p>24. Каковы основные причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем?</p> <p>25. Каким образом зависят показатели надежности от законов распределения и дисциплины восстановления элементов?</p> <p>26. Каким образом влияют произвольные распределения отказов и восстановлений на нестационарные показатели надежности?</p> <p>27. Какие известны методы расчета надежности систем с большим числом состояний?</p> <p>28. Каким образом рассчитывается надежность реконфигурируемых систем?</p> <p>29. Какова основная проблема надежности технических систем?</p> <p>30. Каковы технические проблемы обеспечения надежности сложных систем?</p>
ПК-1.2:	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горных машин и оборудования	<p>Примерные практические задания для зачета:</p> <p>Задание 1. Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: $m = 2000$ час, $\sigma = 500$ час. Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вероятность того, что деталь проработает безотказно более 2200 часов; - вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале $[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]$; - вероятность того, что, безотказно проработав до момента времени 2200 часов, деталь безотказно проработает и до 2500 часов.
	–	<p>Примерные практические задания для зачета:</p> <p>Задание 2. Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надежности являются: $P_1(100) = 0,99$, $\lambda_2 = 0,00001$ час⁻¹, $T_3 = 8100$ час, $T_4 = 7860$ час, $\lambda_5 = 0,000025$ час⁻¹.</p> <p>Определить время t, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.</p> <p>Задание 3. Рассчитать структурную надежность технической системы по данной схеме. Значения интенсивности отказов элементов даны в 10^{-6} 1/ч.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 <p data-bbox="606 604 1308 828"> $\lambda_1 = 0,01;$ $\lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = 0,1;$ $\gamma = 50\%.$ </p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория надежности горных машин и оборудования» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в виде ответов на тестовые задания. Тесты выкладываются на портале МГТУ.

Показатели и критерии (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения) оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «не зачтено» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

При подготовке к зачету у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Конспектирование должно осуществляться обучающимся только лишь самостоятельно. Просмотр собственных конспектов позволяет обучающемуся быстро восстанавливать в памяти содержание источника.

В начале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. При этом нужно обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Методическое обеспечение

1. Жиркин, Ю. В. Эксплуатация металлургических машин. Практикум : учебное пособие / Ю. В. Жиркин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2720.pdf&show=dcatalogues/1/1132030/2720.pdf&view=true> (дата обращения: 31.08.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный
2. И.Г.Усов, Е.Ю.Мацко. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Эксплуатация подъемно-транспортных, строи-тельных, дорожных средств и оборудования», «Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин», «Монтаж и эксплуатация транспортно-технологических машин». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2015. 14с.