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
_____ А.А. Зубков

02.02.2026 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
2026 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
29.01.2026, протокол № 5

Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
02.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.А. Зубков

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук_____О.Р. Панфилова

Рецензент:
Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" , _____С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

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

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

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

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

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

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2032 - 2033учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2033 - 2034учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

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, готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов

- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС 3++ по специальности 21.05.04Горное дело, специализация Горные машины и оборудование.

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:

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	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,16		0,32	5,3			
2. Тема 2								
2.1 2. Понятие «отказ».Классификация и характеристики отказов. Надежность и сохраняемость. Терминология надежности	5	0,06		0,28	5,1	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Выполнение практической работы"Термины и определения"	Собеседование на занятии. Сдача практической работы	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,06		0,28	5,1			
3. Тема 3								
3.1 3. Классификация технических систем	5	0,11		1,2	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		1,2	5,3			
4. Тема 4								
4.1 4. Критерии и показатели надежности. Критерии надежности невосстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы	5	0,11		1,2	5,6	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Решение задачи№1 контрольной работы	Собеседование на занятии. Проверка задачи	ПК-1.1, ПК-1.2

Итого по разделу		0,11		1,2	5,6			
5. Тема 5								
5.1 5. Плотность распределения времени безотказной работы(частота отказов).Интенсивность отказов. Среднее время безотказной работы	5	0,11		0,2	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Решение задачи№2 контрольной работы	Собеседование на занятии. Проверка задачи	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,2	6			
6. Тема 6								
6.1 6. Критерии надежности восстанавливаемых систем. Среднее время работы между отказами и среднее время восстановления. Параметр потока отказов. Функция готовности и функция простоя	5	0,11		0,2	8	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Решение задачи№3 контрольной работы	Собеседование на занятии. Проверка задачи	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,2	8			
7. Тема 7								
7.1 7. Законы распределения времени до отказа, наиболее часто используемые в теории надежности	5	0,11		0,2	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Решение задачи№4 контрольной работы	Собеседование на занятии. Проверка задачи	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,2	5,3			
8. Тема 8								
8.1 8. Преобразование Лапласа. Специальные показатели надежности элементов и систем. Показатели надежности элемента.	5	0,11		0,2	0,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,2	0,2			
9. Тема 9								
9.1 9. Стационарные значения показателей надежности элемента. Показатели надежности невосстанавливаемой и восстанавливаемой техники. Основное уравнение функционирования системы.	5	0,11		0,24	7,2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,24	7,2			
10. Тема10								
10.1 10. Проблемы анализа надежности	5	0,11		0,2	5,3	Поиск дополнительной	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2

сложных технических систем. Научное обоснование критериев и показателей надежности						информации по заданной теме		
Итого по разделу		0,11		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	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
12. Тема12								
12.1 12. Причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем.	5	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
13. Тема13								
13.1 13. Зависимость показателей надежности от законов распределения и дисциплины восстановления элементов.	5	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
14. Тема14								
14.1 14. Критичное влияние произвольных распределений отказов и восстановления на нестационарные показатели надежности	5	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		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	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
16. Тема16								
16.1 16. Проблемы создания высоконадежных систем. Основная проблема надежности технических	5	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2

систем								
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
17. Тема17								
17.1 17. Технические проблемы обеспечения надежности сложных систем	5	0,11		0,22	5,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Собеседование на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,11		0,22	5,3			
18. Тема18								
18.1 18. Анализ надежности систем	5	0,13		0,22	5,3	Оформление контрольной работы	Защита контрольной работы. Сдача зачета	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,13		0,22	5,3			
Итого за семестр		2		6	95,700005		зачёт	
Итого по дисциплине		2		6	95,7		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами(монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией(демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

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. Северцев, Н. А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 473 с. — (Высшее образование). —ISBN 978-5-534-12071-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL:https://urait.ru/bcode/446791

2. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов /В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. —289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный //ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454286

б) Дополнительная литература:

1. Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1756-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/56607. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - СПб. и др. : Лань, 2012. - 313 с. : ил., граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов : Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1268-6. - Текст : непосредственный.

3. Баженов Юрий Васильевич (Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых). Основы теории надежности машин : Учебное пособие / Баженов Юрий Васильевич, Баженов Михаил Юрьевич ; Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 315 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Профессиональное образование. - URL: https://znanium.ru/catalog/document?id=446790. - URL: https://znanium.ru/cover/2118/2118089.jpg. - ISBN 978-5-16-015559-3. - ISBN 978-5-16-109235-4 (электр. издание).

4. Тимошенков Сергей Петрович. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / Тимошенков Сергей Петрович, Симонов Борис Михайлович, Горошко Владимир Николаевич ; С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. - Москва : Юрайт, 2024. - 445 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/536405. - URL: https://urait.ru/bcode/536405. - URL: https://urait.ru/book/cover/2C9281BD-1B8B-45AA-AA8E-EE0BF9AC5B63. - ISBN 978-5-9916-8193-3.

5. Надежность технических систем. Лекции, практикум : Учебное пособие / Коломейченко Александр Викторович, Кузнецов Юрий Алексеевич, Логачев Владимир Николаевич [и др.] ; Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина. - Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 256 с. - ВО - Бакалавриат. - URL:

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.Надёжность механических систем горных и транспортных машин. Часть 1 : учебное пособие [для вузов] / О. Р. Панфилова, И. Г. Усов, И. М. Кутлубаев, В. С. Великанов ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2824. - ISBN 978-5-9967-1917-4. - Текст : электронный.

3.Надёжность механических систем горных и транспортных машин. Часть 2. Расчет показателей надёжности машин на примере карьерного экскаватора : учебное пособие [для вузов] / О. Р. Панфилова, В. С. Великанов, И. М. Кутлубаев, И. Г. Усов ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3040. - ISBN 978-5-9967-2163-4. - Текст : электронный.

4. 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 WinMachine2010	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	бессрочно
MS Office 2007Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий ООО«ИВИС»	https://eivis.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования(РИНЦ)	URL:https://elibrary.ru/project_risc.asp

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

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.

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

- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;
- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале [m - 3·σ, m+ 3·σ];
- 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	$2\cdot10^{-6}$
2	15	$4\cdot10^{-6}$
3	32	$2{,}5\cdot10^{-6}$
4	8	$5\cdot10^{-6}$

Определить:

- интенсивность отказа системы;
- среднее время безотказной работы;
- вероятность безотказной работы системы в течение времени t_1 = 100 часов, t_2 = 1000часов и в интервале указанных наработок;
- плотность распределения времени безотказной работы системы при наработкеt_2 = 1000часов.

Задача 8. Нерезервированная 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. Нерезервированная 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)	Г(20; 200)	$R(4\cdot10^{-5})$

Задача 10. Нерезервированная 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)	$R(1{,}6\cdot10^{-5})$	W(7; 210)	$Exp(2\cdot10^{-4})$	Г(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. Нерезервированная 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
$R(1\cdot10^{-5})$	W(4,5; 180)	Г(8; 77)	TN(400; 92)	$Exp(1\cdot10^{-4})$

Задача 13. 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$^{-1}$.

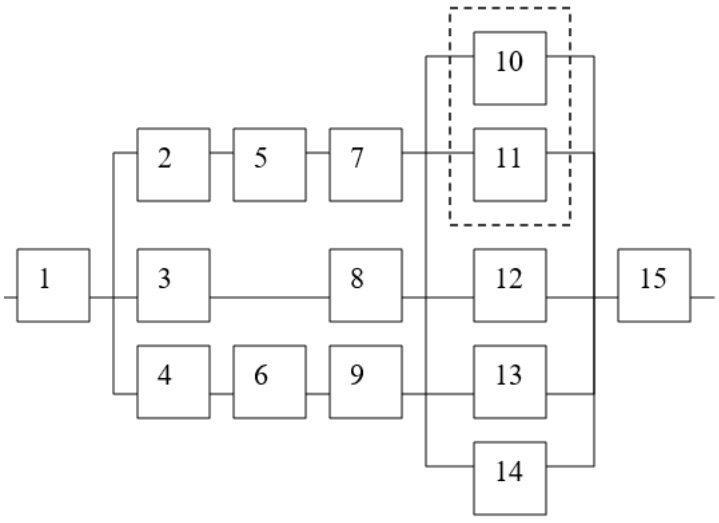
Определить время t, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.

Задача 14По структурной схеме надежности 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 надежности элементов;

Вариант В) структурного резервирования элементов системы.



Методические рекомендации для самостоятельной работы

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, 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.

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.

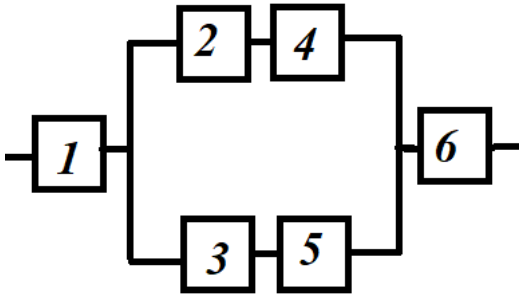
Приложение 2

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	**Примерные теоретические вопросы к зачету:** 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?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		18. Назовите специальные показатели надежности элемента. 19. Назовите стационарные значения показателей надежности элемента. 20. Каковы специальные показатели надежности невосстанавливаемой м восстанавливаемой техники? 21. Приведите основное уравнение функционирования системы. 22. Каким образом разрабатываются модели функционирования сложной системы? 23. Назовите известные методы расчета надежности сложных систем. 24. Каковы основные причины неэкспоненциальности случайных параметров, отказов и восстановлений технических систем? 25. Каким образом зависят показатели надежности от законов распределения и дисциплины восстановления элементов? 26. Каким образом влияют произвольные распределения отказов и восстановлений на нестационарные показатели надежности? 27. Какие известны методы расчета надежности систем с большим числом состояний? 28. Каким образом рассчитывается надежность реконфигурируемых систем? 29. Какова основная проблема надежности технических систем? 30. Каковы технические проблемы обеспечения надежности сложных систем?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1.2:	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горных машин и оборудования	***Примерные практические задания для зачета:*** **Задание 1.**Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: m = 2000 час, σ = 500 час. Определить: - 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. **Задание 2.** Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надежности являются: $P_1(100)$ = 0,99, λ_2 = 0,00001 час$^{-1}$, T_3 = 8100 час, T_4 = 7860 час, λ_5 = 0,000025 час$^{-1}$. Определить время t, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92. **Задание 3.** Рассчитать структурную надежность технической системы по данной схеме. Значения интенсивности отказов элементов даны в 10^{-6} 1/ч. 

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$\lambda_1 = 0{,}01;$ $\lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = 0{,}1;$ $\gamma = 50\%.$

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.

Показатели и критерии 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; обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (не зачтено) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.