



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)

НАДЕЖНОСТЬ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Направление подготовки (специальность)
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Направленность (профиль/специализация) программы
Эксплуатация и управление сервисом транспортно-технологических машин нефтегазовой
отрасли

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очно-заочная

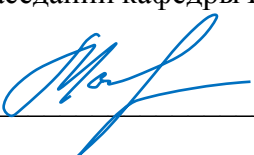
Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	2

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 917)

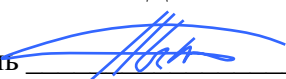
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов

10.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

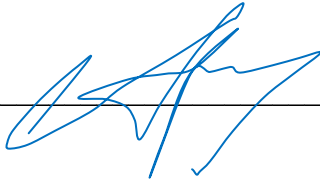
13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

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 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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Овладение достаточным уровнем компетенций в соответствии с требованиями ФГОС 3++ по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль Эксплуатация и управление сервисом транспортно-технологических машин нефтегазовой отрасли:

- формирование и развитие навыков исследования и определение характеристик надежности машин;
- формирование и развитие способности осуществления работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований надежности машин;
- формирование и развитие готовности руководить группой при исследовании надежности машин;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Надежность машин и механизмов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Машины для работ при строительстве газонефтепроводов

Специальные гидроприводы транспортно-технологических машин

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надежность машин и механизмов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен к осуществлению выполнения экспериментов и научных исследований
ПК-1.1	Проводит патентные исследования и определение характеристик продукции (услуг)
ПК-1.2	Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
ПК-1.3	Руководит группой студентов при исследовании самостоятельных тем

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 10,5 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 88,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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.								
1.1 Теория надежности как наука и научная дисциплина	2	0,5			6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.2 Определение понятия «надежность»					6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Понятие «отказ». Классификация и характеристики отказов					6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.4 Надежность и сохраняемость					6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.5 Терминология надежности				1	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Разработка глоссария к теме	Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.6 Классификация технических систем					6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.7 Критерии и показатели надежности		0,5			6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.8 Показатели надежности невосстанавливаемых систем		0,5		2	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ	Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.9 Показатели надежности восстанавливаемых систем					6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.10	Закон распределения времени до отказа, наиболее часто используемые в теории надежности		0,5	3	10,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографичес ким материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно- коммуникационн ые сети Интернет). Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ	Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.11	Надежность нерезервированной системы				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографичес ким материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно- коммуникационн ые сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.12	Надежность простейших резервированных систем				10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографичес ким материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно- коммуникационн ые сети Интернет)	Индивидуальное сообщение на занятии	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Итого по разделу		2		6	88,8			
2. Экзамен								
2.1 Экзамен	2							ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу								
Итого за семестр		2		6	88,8		экзамен	
Итого по дисциплине		2		6	88,8		экзамен	

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 лично 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> (дата обращения: 10.04.2023)

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> (дата обращения: 10.04.2023)

б) Дополнительная литература:

1. Варганова, А. В. Техничко-экономические расчеты в электроэнергетике : учебное пособие / А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1523.pdf&show=dcatalogues/1/1124220/1523.pdf&view=true> (дата обращения: 22.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем: учебное пособие / В. И. Кириллов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 424 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006770-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/406752> (дата обращения: 10.04.2023). - Режим доступа: по подписке.

3. Лимарев, А. С. Основы работоспособности технических систем. Автомобильный транспорт : учебное пособие / А. С. Лимарев. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=962.pdf&show=dcatalogues/1/1119022/962.pdf&view=true> (дата обращения: 10.04.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. 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> (дата обращения: 10.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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 : электронный

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 / О.Р. Панфилова, И.Г. Усов, И.М. Кутлубаев, В.С. Великанов; Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4225.pdf&show=dcatalogues/1/1537348/4225.pdf&view=true> (дата обращения: 10.04.2023). - Макрообъект. - Текст:

3. Надёжность механических систем горных и транспортных машин. Часть 2. Расчет показателей надежности машин на примере карьерного экскаватора: учебное пособие / О.Р. Панфилова, В.С. Великанов, И.М. Кутлубаев, И.Г. Усов; Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4430.pdf&show=dcatalogues/1/1547963/4430.pdf&view=true> (дата обращения: 10.04.2023). - Макрообъект. - 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
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
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/

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**

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи экзамена.

2) Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
Надежность механических систем		
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
ПК-1: Способен к осуществлению выполнения экспериментов и научных исследований		
ПК-1.1	Проводит патентные исследования и определение характеристик продукции (услуг)	Перечень теоретических вопросов для промежуточной аттестации 1. Дайте определение понятия «надёжность». 2. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов. 3. Как связаны понятия «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? Примеры практических заданий для промежуточной аттестации Задача 1. 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 2. Известно, что серийно выпускаемая деталь имеет экспоненциальное распределение времени до отказа с параметром $\lambda = 10^{-5} \text{ час}^{-1}$. Деталь используется конструктором при
ПК-1.2	Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	
ПК-1.3	Руководит группой студентов при исследовании самостоятельных тем	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства															
		разработке нового прибора. Назначенный ресурс прибора $T_n = 10^4$ час. Определить следующие показатели надежности детали: - вероятность отказа детали до момента времени T_n; - вероятность того, что деталь безотказно проработает в течение времени T_n; - вероятность отказа в интервале времени от 10^3 до 10^4 час. Задача 3. Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надежности являются: $P_1(100) = 0,99$, $\lambda_2 = 0,00001 \text{ час}^{-1}$, $T_3 = 8100 \text{ час}$, $T_4 = 7860 \text{ час}$, $\lambda_5 = 0,000025 \text{ час}^{-1}$. Определить время t, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92. Задача 4. Проектируется нерезервированная система, состоящая из элементов четырех групп. Количество элементов каждой группы, а также интенсивность их отказов приведены в таблице. <u>Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов</u> <table> <tr> <th>Номер группы</th><th>Число элементов</th><th>Интенсивность отказа элемента, час^{-1}</th></tr> <tr> <td>1</td><td>10</td><td>$2 \cdot 10^{-6}$</td></tr> <tr> <td>2</td><td>15</td><td>$4 \cdot 10^{-6}$</td></tr> <tr> <td>3</td><td>32</td><td>$2,5 \cdot 10^{-6}$</td></tr> <tr> <td>4</td><td>8</td><td>$5 \cdot 10^{-6}$</td></tr> </table> 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 5. 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.	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	$5 \cdot 10^{-6}$
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	$5 \cdot 10^{-6}$															

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Задача 6. Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: $\mu = 1000$ час, $\sigma = 250$ час. Определить: - вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов; - вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале $[\mu - 3 \cdot \sigma, \mu + 3 \cdot \sigma]$; - вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов. Задача 7. Комплектующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами $\mu = 4000$ час, $\sigma = 1000$ час. Определить следующие показатели надежности детали: - наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали; - вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале [2000; 3000]; - вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.

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 / О.Р. Панфилова, И.Г. Усов, И.М. Кутлубаев, В.С. Великанов; Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4225.pdf&show=dcatalogues/1/1537348/4225.pdf&view=true> (дата обращения: 10.04.2023). - Макрообъект. - Текст: электронный.
3. Надёжность механических систем горных и транспортных машин. Часть 2. Расчет показателей надежности машин на примере карьерного экскаватора: учебное пособие / О.Р. Панфилова, В.С. Великанов, И.М. Кутлубаев, И.Г. Усов; Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4430.pdf&show=dcatalogues/1/1547963/4430.pdf&view=true> (дата обращения: 10.04.2023). - Макрообъект. - 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.