



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДнТ  
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ  
ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПЕРЕДЕЛА***

Направление подготовки (специальность)

23.04.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Направленность (профиль/специализация) программы

Транспортно-технологические комплексы обогащения минерального сырья и переработки  
отходов

Уровень высшего образования - магистратура

Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.02 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 159)

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

27.12.2019, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Д. Кольга

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИРДнТ

25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Согласовано:

Зав. кафедрой Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

 И.А. Гришин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук  О.Р. Панфилова

Рецензент:

зам. генерального директора ООО "УралЭнергоРесурс" , канд. техн. наук  
И.С. Туркин



## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Д. Кольга

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Д. Кольга

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цели освоения дисциплины:

- формирование и развитие способности действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения;
- формирование и развитие способности применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
- формирование и развитие способности использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач, в том числе при решении нестандартных задач, требующих глубокого анализа их сущности с естественнонаучных позиций;
- формирование и развитие готовности к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности;
- формирование и развитие способности анализировать состояние и динамику развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- формирование и развитие способности выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы профиль Транспортно-технологические комплексы обогащения минерального сырья и переработки отходов

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Надежность транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

образовательной программы бакалавриата

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

Основы научных исследований

Проектирование транспортирующих комплексов обогащения минерального сырья и переработки отходов

Процессы, аппараты и транспорт для обогащения техногенного сырья и утилизации бытовых отходов

Расчет и конструирование устройств для транспортирования продукции обогатительного производства

Современные проблемы науки и производства

Теория ошибок

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Моделирование транспортно-технологических процессов

Организация эксплуатации транспортно-технологических систем обогащения природного и техногенного сырья

Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Производственная-педагогическая практика

Статистическая обработка баз данных  
 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  
 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  
 Производственная-научно-исследовательская практика  
 Производственная-преддипломная практика

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-2 способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения	
Знать	ситуации, связанные с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Уметь	действовать в нестандартных ситуациях, связанных с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Владеть	способностью принимать решения, связанные с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
ОПК-2 способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	
Знать	современные методы исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Уметь	оценивать результаты исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Владеть	методами представления результатов исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
ОПК-4 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач, в том числе при решении нестандартных задач, требующих глубокого анализа их сущности с естественнонаучных позиций	
Знать	законы, применяемые при решении задач надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Уметь	использовать методы решения задач надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Владеть	методами решения задач надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
ОПК-5 готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности	
Знать	разработки в направлении повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Уметь	принимать решения в направлении повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела

Владеть	методами повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
ПК-1 способностью анализировать состояние и динамику развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе	
Знать	состояние надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Уметь	анализировать динамику развития надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
Владеть	методами анализа состояния надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела
ПК-8 способностью выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности	
Знать	критерии оценки узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности
Уметь	выбирать критерии сравнения узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности
Владеть	методами оценки узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 59,7 академических часов;
- аудиторная – 56 академических часов;
- внеаудиторная – 3,7 академических часов
- самостоятельная работа – 120,6 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических 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	1	4			4	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 собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8

1.2 Определение понятия «надежность»		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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8
1.3 Понятие «отказ». Классификация и характеристики отказов		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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8
1.4 Надежность и сохраняемость		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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8

1.5 Терминология надежности		2		6	8	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.</p> <p>Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p> <p>Разработка глоссария к теме.</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>
1.6 Классификация технических систем		2			12	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.</p> <p>Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное сообщение на занятии.</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>
1.7 Критерии и показатели надежности		2			8	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.</p> <p>Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное сообщение на занятии.</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>

<p>1.8 Показатели надежности невосстанавливаемых систем</p>		2		8/2И	16	<p>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.</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>
<p>1.9 Показатели надежности восстанавливаемых систем</p>		2			12	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>

<p>1.10                    Законы распределения времени до отказа, наиболее часто используемые в теории надежности</p>		4		8/4И	8	<p>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.</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>
<p>1.11                    Надежность нерезервированной системы</p>		2		6	28	<p>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.</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита</p>	<p>ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8</p>

1.12	Надежность простейших резервированных систем	2			0,6	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 собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-2, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-8
Итого по разделу		28		28/6И	120,6			
2. Экзамен								
2.1	Экзамен	1						
Итого по разделу								
Итого за семестр		28		28/6И	120,6		экзамен	
Итого по дисциплине		28		28/6И	120,6		экзамен	ОК-2,ОПК-2,ОПК-4,ОПК-5,ПК-1,ПК-8

## **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. Долгин В. П. Надежность 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. Основы диагностики и надежности технических объектов: учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - Текст : непосредственный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Малафеев, С.И. Надежность 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)

2. Острейковский, В. А. Теория надежности: 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)

3. Перятинский А. Ю. Надежность 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.

4. 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.

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

6. 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)

7. Северцев Н.А. Метрологическое обеспечение безопасности сложных технических систем: учебное пособие / Н. А. Северцев, В. Н. Темнов. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с.: 60x90 1/16. (переплет). - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=465491> (дата обращения: 03.03.2019)

8. Синопальников В. А. Надежность и диагностика технологических систем: учебник / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М. : Высшая школа, 2005. - 343 с. : ил., граф., табл. - Текст : непосредственный.

### **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
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **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.

**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.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за период обучения и проводится в форме экзамена.

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОК-2 способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения</b>		
Знать	ситуации, связанные с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине: 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.
Уметь	действовать в нестандартных ситуациях, связанных с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<i>Пример практического задания</i> 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.
Владеть	способностью принимать решения, связанные с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<i>Пример задания для промежуточного тестирования</i> Какой показатель надежности не является функцией времени? а) вероятность безотказной работы б) вероятность отказа в) плотность распределения времени безотказной работы г) интенсивность отказов; д) среднее время безотказной работы (Эталонный ответ: д)
<b>ОПК-2 способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	современные методы исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятия «надёжность».</li> <li>2. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов.</li> <li>3. Как связаны понятия «надёжность» и «сохраняемость»?</li> <li>4. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности.</li> <li>5. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> <li>6. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> </ol>
Уметь	оценивать результаты исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Пример практического задания</i></p> <p>Комплекующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами <math>m = 4000</math> час, <math>\sigma = 1000</math> час. Определить следующие показатели надежности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале [2000; 3000];</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.</li> </ul>
Владеть	методами представления результатов исследования надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p> <p>Какой показатель надежности не является функцией времени?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) вероятность безотказной работы</li> <li>б) вероятность отказа</li> <li>в) плотность распределения времени безотказной работы</li> <li>г) интенсивность отказов;</li> <li>д) среднее время безотказной работы</li> </ol> <p>(Эталонный ответ: д)</p>
<p><b>ОПК-4 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач, в том числе при решении нестандартных задач, требующих глубокого анализа их сущности с естественнонаучных позиций</b></p>		
Знать	законы, применяемые при решении задач надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов.</li> <li>2. Как связаны понятия «надёжность» и «сохраняемость»?</li> <li>3. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности.</li> <li>4. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> <li>6. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?</li> <li>7. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?</li> <li>8. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?</li> <li>9. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</li> <li>10. Каковы критерии надёжности восстанавливаемых систем?</li> <li>11. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?</li> <li>12. Что такое параметр потока отказов?</li> <li>13. Что такое функция готовности и функция простоя?</li> <li>14. Какие законы распределения времени до отказа наиболее часто используются в теории надёжности?</li> </ol>
Уметь	использовать методы решения задач надёжности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Примеры практического задания</i></p> <p><b>Задача 1.</b> Техническая система состоит из <math>n = 3</math> подсистем, которые могут отказать независимо друг от друга. Отказ каждой подсистемы приводит к отказу всей системы. Вероятность того, что в течение времени <math>t</math> первая подсистема работает безотказно, равна 0,7, вторая – 0,9, третья – 0,8. Найти вероятность того, что в течение времени <math>t</math> система проработает безотказно. Найти вероятность отказа системы за время <math>t</math>.</p> <p><b>Задача 2.</b> Известно, что серийно выпускаемая деталь имеет экспоненциальное распределение времени до отказа с параметром <math>\lambda = 10^{-5}</math> час<sup>-1</sup>. Деталь используется конструктором при разработке нового прибора. Назначенный ресурс прибора <math>T_n = 10^4</math> час.</p> <p>Определить следующие показатели надёжности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность отказа детали до момента времени <math>T_n</math>;</li> <li>- вероятность того, что деталь безотказно проработает в течение времени <math>T_n</math>;</li> <li>- вероятность отказа в интервале времени от <math>10^3</math> до <math>10^4</math> час.</li> </ul> <p><b>Задача 3.</b> Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надёжности являются: <math>P_1(100) =</math></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
		<p>0,99, <math>\lambda_2 = 0,00001 \text{ час}^{-1}</math>, <math>T_3 = 8100 \text{ час}</math>, <math>T_4 = 7860 \text{ час}</math>, <math>\lambda_5 = 0,000025 \text{ час}^{-1}</math>.  Определить время <math>t</math>, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.</p> <p><b>Задача 4.</b> Проектируется нерезервированная система, состоящая из элементов четырех групп. Количество элементов каждой группы, а также интенсивность их отказов приведены в таблице.</p> <p>Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов</p> <table border="1" data-bbox="927 571 2089 799"> <thead> <tr> <th>Номер группы</th> <th>Число элементов</th> <th>Интенсивность отказа элемента, <math>\text{час}^{-1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td><math>2 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15</td> <td><math>4 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>32</td> <td><math>2,5 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td><math>5 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интенсивность отказа системы;</li> <li>- среднее время безотказной работы;</li> <li>- вероятность безотказной работы системы в течение времени <math>t_1 = 100</math> часов, <math>t_2 = 1000</math> часов и в интервале указанных наработок;</li> <li>- плотность распределения времени безотказной работы системы при наработке <math>t_2 = 1000</math> часов.</li> </ul> <p><b>Задача 5.</b> Система состоит из пяти элементов с постоянными интенсивностями отказов. Вероятности безотказной работы элементов в течение <math>t</math> часов имеют следующие значения: <math>P_1(100) = 0,99</math>, <math>P_2(200) = 0,97</math>, <math>P_3(157) = 0,98</math>, <math>P_4(350) = 0,95</math>, <math>P_5(120) = 0,98</math>.</p> <p>Определить вероятность безотказной работы системы в течение 625 часов ее функционирования, а также среднее время безотказной работы.</p> <p><b>Задача 6.</b> Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: <math>m = 1000</math> час, <math>\sigma = 250</math> час. Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;</li> <li>- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале <math>[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]</math>;</li> </ul>	Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, $\text{час}^{-1}$	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, $\text{час}^{-1}$															
1	10	$2 \cdot 10^{-6}$															
2	15	$4 \cdot 10^{-6}$															
3	32	$2,5 \cdot 10^{-6}$															
4	8	$5 \cdot 10^{-6}$															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>- вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов.</p> <p><b>Задача 7.</b> Комплектуемая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами <math>m = 4000</math> час, <math>\sigma = 1000</math> час. Определить следующие показатели надежности детали:</p> <p>- наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;</p> <p>- вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале [2000; 3000];</p> <p>- вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.</p>
Владеть	методами решения задач надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p> <p>Какой показатель надежности не является функцией времени?</p> <p>а) вероятность безотказной работы</p> <p>б) вероятность отказа</p> <p>в) плотность распределения времени безотказной работы</p> <p>г) интенсивность отказов;</p> <p>д) среднее время безотказной работы</p> <p>(Эталонный ответ: д)</p>
<b>ОПК-5 готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности</b>		
Знать	разработки в направлении повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятия «надёжность».</li> <li>2. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов.</li> <li>3. Как связаны понятия «надёжность» и «сохраняемость»?</li> <li>4. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности.</li> <li>5. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> <li>6. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> <li>7. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?</li> <li>8. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?</li> <li>9. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</p> <p>11. Каковы критерии надежности восстанавливаемых систем?</p> <p>12. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?</p> <p>13. Что такое параметр потока отказов?</p> <p>14. Что такое функция готовности и функция простоя?</p> <p>15. Какие законы распределения времени до отказа наиболее часто используются в теории надежности?</p>
Уметь	принимать решения в направлении повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Примеры практического задания</i></p> <p><b>Задача 6.</b> Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: <math>m = 1000</math> час, <math>\sigma = 250</math> час. Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;</li> <li>- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале <math>[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]</math>;</li> <li>- вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов.</li> </ul> <p><b>Задача 7.</b> Комплектующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами <math>m = 4000</math> час, <math>\sigma = 1000</math> час. Определить следующие показатели надежности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале [2000; 3000];</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.</li> </ul>
Владеть	методами повышения безопасности и надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p> <p>Какой показатель надежности не является функцией времени?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) вероятность безотказной работы</li> <li>б) вероятность отказа</li> <li>в) плотность распределения времени безотказной работы</li> <li>г) интенсивность отказов;</li> <li>д) среднее время безотказной работы</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		(Эталонный ответ: д)
<b>ПК-1 способностью анализировать состояние и динамику развития наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе</b>		
Знать	состояние надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> <li>2. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> <li>3. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?</li> <li>4. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?</li> <li>5. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?</li> <li>6. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</li> <li>7. Каковы критерии надежности восстанавливаемых систем?</li> <li>8. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?</li> <li>9. Что такое параметр потока отказов?</li> <li>10. Что такое функция готовности и функция простоя?</li> </ol>
Уметь	анализировать динамику развития надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Примеры практического задания</i></p> <p><b>Задача 1.</b> Техническая система состоит из <math>n = 3</math> подсистем, которые могут отказать независимо друг от друга. Отказ каждой подсистемы приводит к отказу всей системы. Вероятность того, что в течение времени <math>t</math> первая подсистема работает безотказно, равна 0,7, вторая – 0,9, третья – 0,8. Найти вероятность того, что в течение времени <math>t</math> система проработает безотказно. Найти вероятность отказа системы за время <math>t</math>.</p> <p><b>Задача 2.</b> Известно, что серийно выпускаемая деталь имеет экспоненциальное распределение времени до отказа с параметром <math>\lambda = 10^{-5} \text{ час}^{-1}</math>. Деталь используется конструктором при разработке нового прибора. Назначенный ресурс прибора <math>T_n = 10^4</math> час.</p> <p>Определить следующие показатели надежности детали:  - вероятность отказа детали до момента времени <math>T_n</math>;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
		<p>- вероятность того, что деталь безотказно проработает в течение времени <math>T_n</math>;</p> <p>- вероятность отказа в интервале времени от <math>10^3</math> до <math>10^4</math> час.</p> <p><b>Задача 3.</b> Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надежности являются: <math>P_1(100) = 0,99</math>, <math>\lambda_2 = 0,00001 \text{ час}^{-1}</math>, <math>T_3 = 8100 \text{ час}</math>, <math>T_4 = 7860 \text{ час}</math>, <math>\lambda_5 = 0,000025 \text{ час}^{-1}</math>.  Определить время <math>t</math>, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.</p> <p><b>Задача 4.</b> Проектируется нерезервированная система, состоящая из элементов четырех групп. Количество элементов каждой группы, а также интенсивность их отказов приведены в таблице.</p> <p><u>Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов</u></p> <table border="1" data-bbox="922 719 2085 948"> <thead> <tr> <th>Номер группы</th> <th>Число элементов</th> <th>Интенсивность отказа элемента, <math>\text{час}^{-1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td><math>2 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15</td> <td><math>4 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>32</td> <td><math>2,5 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td><math>5 \cdot 10^{-6}</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интенсивность отказа системы;</li> <li>- среднее время безотказной работы;</li> <li>- вероятность безотказной работы системы в течение времени <math>t_1 = 100</math> часов, <math>t_2 = 1000</math> часов и в интервале указанных наработок;</li> <li>- плотность распределения времени безотказной работы системы при наработке <math>t_2 = 1000</math> часов.</li> </ul> <p><b>Задача 5.</b> Система состоит из пяти элементов с постоянными интенсивностями отказов. Вероятности безотказной работы элементов в течение <math>t</math> часов имеют следующие значения: <math>P_1(100) = 0,99</math>, <math>P_2(200) = 0,97</math>, <math>P_3(157) = 0,98</math>, <math>P_4(350) = 0,95</math>, <math>P_5(120) = 0,98</math>.  Определить вероятность безотказной работы системы в течение 625 часов ее функционирования, а также среднее время безотказной работы.</p> <p><b>Задача 6.</b> Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по</p>	Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, $\text{час}^{-1}$	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, $\text{час}^{-1}$															
1	10	$2 \cdot 10^{-6}$															
2	15	$4 \cdot 10^{-6}$															
3	32	$2,5 \cdot 10^{-6}$															
4	8	$5 \cdot 10^{-6}$															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>нормальному закону с параметрами: <math>m = 1000</math> час, <math>\sigma = 250</math> час. Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;</li> <li>- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале <math>[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]</math>;</li> <li>- вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов.</li> </ul> <p><b>Задача 7.</b> Комплектуемая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами <math>m = 4000</math> час, <math>\sigma = 1000</math> час. Определить следующие показатели надежности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале <math>[2000; 3000]</math>;</li> <li>- вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.</li> </ul>
Владеть	методами анализа состояния надежности транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><i>Пример задания для промежуточного тестирования</i></p> <p>Какой показатель надежности не является функцией времени?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) вероятность безотказной работы</li> <li>б) вероятность отказа</li> <li>в) плотность распределения времени безотказной работы</li> <li>г) интенсивность отказов;</li> <li>д) среднее время безотказной работы</li> </ul> <p>(Эталонный ответ: д)</p>
<b>ПК-8 способностью выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности</b>		
Знать	критерии оценки узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности	<p>Вопросы для промежуточной проверки знаний студентов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> <li>2. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> <li>3. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?</li> <li>4. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?</li> <li>5. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства						
		<p>6. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</p> <p>7. Каковы критерии надежности восстанавливаемых систем?</p> <p>8. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?</p> <p>9. Что такое параметр потока отказов?</p> <p>10. Что такое функция готовности и функция простоя?</p>						
Уметь	выбирать критерии сравнения узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности	<p><i>Примеры практического задания</i></p> <p><b>Задача 1.</b> Техническая система состоит из <math>n = 3</math> подсистем, которые могут отказать независимо друг от друга. Отказ каждой подсистемы приводит к отказу всей системы. Вероятность того, что в течение времени <math>t</math> первая подсистема работает безотказно, равна 0,7, вторая – 0,9, третья – 0,8. Найти вероятность того, что в течение времени <math>t</math> система проработает безотказно. Найти вероятность отказа системы за время <math>t</math>.</p> <p><b>Задача 2.</b> Известно, что серийно выпускаемая деталь имеет экспоненциальное распределение времени до отказа с параметром <math>\lambda = 10^{-5}</math> час<sup>-1</sup>. Деталь используется конструктором при разработке нового прибора. Назначенный ресурс прибора <math>T_n = 10^4</math> час.</p> <p>Определить следующие показатели надежности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность отказа детали до момента времени <math>T_n</math>;</li> <li>- вероятность того, что деталь безотказно проработает в течение времени <math>T_n</math>;</li> <li>- вероятность отказа в интервале времени от <math>10^3</math> до <math>10^4</math> час.</li> </ul> <p><b>Задача 3.</b> Система состоит из пяти элементов с экспоненциальными законами распределения времени до отказа. Показателями их надежности являются: <math>P_1(100) = 0,99</math>, <math>\lambda_2 = 0,00001</math> час<sup>-1</sup>, <math>T_3 = 8100</math> час, <math>T_4 = 7860</math> час, <math>\lambda_5 = 0,000025</math> час<sup>-1</sup>. Определить время <math>t</math>, в течение которого система будет исправна с вероятностью 0,92.</p> <p><b>Задача 4.</b> Проектируется нерезервированная система, состоящая из элементов четырех групп. Количество элементов каждой группы, а также интенсивность их отказов приведены в таблице.</p> <p>Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов</p> <table border="1" data-bbox="925 1425 2085 1463"> <thead> <tr> <th data-bbox="925 1425 1301 1463">Номер группы</th> <th data-bbox="1301 1425 1688 1463">Число элементов</th> <th data-bbox="1688 1425 2085 1463">Интенсивность отказа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа			
Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства		
				элемента, час <sup>-1</sup>
		1	10	$2 \cdot 10^{-6}$
		2	15	$4 \cdot 10^{-6}$
		3	32	$2,5 \cdot 10^{-6}$
		4	8	$5 \cdot 10^{-6}$
		<p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интенсивность отказа системы;</li> <li>- среднее время безотказной работы;</li> <li>- вероятность безотказной работы системы в течение времени <math>t_1 = 100</math> часов, <math>t_2 = 1000</math> часов и в интервале указанных наработок;</li> <li>- плотность распределения времени безотказной работы системы при наработке <math>t_2 = 1000</math> часов.</li> </ul> <p><b>Задача 5.</b> Система состоит из пяти элементов с постоянными интенсивностями отказов. Вероятности безотказной работы элементов в течение <math>t</math> часов имеют следующие значения: <math>P_1(100) = 0,99</math>, <math>P_2(200) = 0,97</math>, <math>P_3(157) = 0,98</math>, <math>P_4(350) = 0,95</math>, <math>P_5(120) = 0,98</math>.</p> <p>Определить вероятность безотказной работы системы в течение 625 часов ее функционирования, а также среднее время безотказной работы.</p> <p><b>Задача 6.</b> Время работы до отказа серийно выпускаемой детали распределено по нормальному закону с параметрами: <math>m = 1000</math> час, <math>\sigma = 250</math> час. Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность того, что деталь проработает безотказно более 1200 часов;</li> <li>- вероятность того, что наработка до отказа будет находиться в интервале <math>[m - 3 \cdot \sigma, m + 3 \cdot \sigma]</math>;</li> <li>- вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 1200 часов, деталь безотказно проработает и до 1500 часов.</li> </ul> <p><b>Задача 7.</b> Комплектующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами <math>m = 4000</math> час, <math>\sigma = 1000</math> час. Определить следующие показатели надежности детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;</li> </ul>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		- вероятность того, что деталь имеет наработку, лежащую в интервале [2000; 3000]; - вероятность того, что деталь имеет наработку, большую, чем 4000 часов.
Владеть	методами оценки узлов и агрегатов транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела с учетом требований надежности	<i>Пример задания для промежуточного тестирования</i> Какой показатель надежности не является функцией времени? а) вероятность безотказной работы б) вероятность отказа в) плотность распределения времени безотказной работы г) интенсивность отказов; д) среднее время безотказной работы (Эталонный ответ: д)

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – 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»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Для проведения контроля знаний, умений и навыков студентов по дисциплине разработаны:

– теоретические вопросы для самоконтроля при подготовке к экзамену;

- практические задания для экзамена;

– экзаменационные билеты.

### **Перечень теоретических вопросов к экзамену**

7. Дайте определение понятия «надёжность».
8. Что такое отказ? Классификация и характеристики отказов.
9. Как связаны понятия «надёжность» и «сохраняемость»?
10. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности.
11. Что такое критерии и показатели надёжности?
12. Каковы критерии надёжности восстанавливаемых систем?
13. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?
14. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?
15. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?
16. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?
17. Каковы критерии надёжности восстанавливаемых систем?
18. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?
19. Что такое параметр потока отказов?
20. Что такое функция готовности и функция простоя?
21. Какие законы распределения времени до отказа наиболее часто используются в теории надёжности?

### **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  $\lambda = 10^{-5}$  час<sup>-1</sup>. Деталь используется конструктором при 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:  $P_1(100) = 0,99$ ,  $\lambda_2 = 0,00001$  час<sup>-1</sup>,  $T_3 = 8100$  час,  $T_4 = 7860$  час,  $\lambda_5 = 0,000025$  час<sup>-1</sup>.

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.

Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов

Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, час <sup>-1</sup>
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 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.

**Задача 6.** 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 7.** Комплектующая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика имеет нормальное распределение времени до отказа с параметрами  $m = 4000$  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.

Заключительной аттестацией по данной дисциплине является экзамен. Экзаменационные билеты формируются на базе приведенного перечня вопросов и практических заданий для экзамена или тестовых заданий по итоговой промежуточной аттестации.

**Пример бланка экзаменационного билета**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»**

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Д. Кольга  
(подпись) (И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ (дата)

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
(шифр, наименование)

Профиль Транспортно-технологические комплексы обогащения минерального сырья и переработки отходов  
(наименование)

Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов

Дисциплина Надежность транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела

(полное наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Зачетные единицы/часы: 6/216

(количество ЗЕ и часов в соответствии с учебным планом)

Экзаменатор (-ы): Панфилова О.Р.

(фамилия, инициалы)

1. Дайте определение понятия «надежность»
2. Каковы критерии надежности невосстанавливаемых систем
3. 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  $t$ .

Экзаменатор: \_\_\_\_\_/О.Р. Панфилова/

(подпись, инициалы и фамилия экзаменатора)