

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Но-  
сова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
С.Е. Гавришев  
2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Специальность

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (специализация) программы

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения

заочная

Институт  
Кафедра

горного дела и транспорта  
горных машин и транспортно-технологических ком-  
плексов

Курс

6

Магнитогорск

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, утвержденного приказом МОиН РФ от 11 августа 2016 г № 1022.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов «29» сентября 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  /А.Д. Кольга/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транспорта «18» октября 2016 г., протокол № 3.

Председатель  /С.Е. Гавришев/


Рабочая программа составлена:

доцентом каф. ГМиТТК, к.т.н.

 /О.Р. Панфилова/

Рецензент:

Ин. механик ООО «Урал Энерго Сервис»  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 /Турмисен И.С.



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Надежность механических систем» являются:

- формирование и развитие способности сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина «Надежность механических систем» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

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

Б1.Б.9 Математика

Б1.Б.11 Информатика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при государственной итоговой аттестации

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Надежность механических систем» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения
<b>ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</b>	
Знать	- основные положения разработки технологических процессов заготовительного, металлообрабатывающего, сварочного и механосборочного производств; - методы конструирования и расчета несущей способности сварных соединений типовых деталей, элементов и узлов конструкций ПТ, СДМ и оборудования с использованием графических и аналитических методов; - современные методы расчета технологических режимов изготовления элементов и конструкций ПТ, СДМ и оборудования.
Уметь	- применять правила проектирования технологических процессов изготовления различных деталей и узлов ПТ, СДМ и оборудования на практике; - пользоваться методами конструирования и расчета сварных узлов конструкций при различных уровнях и видах нагрузений и условий эксплуатации; - выполнять техническую документацию и чертежи деталей и конструкций в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД.
Владеть	- практическими приемами назначения оптимальных параметров технологических процессов изготовления деталей и узлов с учетом вида конструкции, действующих нагрузок и эксплуатационных условий для конкретных деталей ПТ, СДМ и оборудования.
<b>ПК-9 способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности</b>	

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные составные части механических систем подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;</li> <li>- принципы функционирования механических систем подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;</li> <li>- технические характеристики и параметры надежности механических систем</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять в конструкции механических систем подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования в контексте теории надежности основные составные части;</li> <li>- разрабатывать структурные схемы механических систем подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета показателей надежности элементов подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования;</li> <li>- методиками расчета основных параметров надежности механических систем подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и</li> </ul>

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

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

- контактная работа – 17 акад. часов;
- аудиторная – 16 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. час
- самостоятельная работа – 87,1 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

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.								
1.1 Теория надежности как наука и научная дисциплина	6	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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-1, ПК-9

1.2 Определение понятия «надежность»			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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-1, ПК-9
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-1, ПК-9
1.4 Надежность и сохранность		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).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии.	ОК-1, ПК-9

1.5 Терминология надежности			1/И	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 собеседование. Индивидуальное сообщение на занятии. Проверка индивидуального задания и его защита	ОК-1, ПК-9
1.6 Классификация технических систем				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-1, ПК-9
1.7 Критерии и показатели надежности			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-1, ПК-9

1.8 Показатели надежности невосстанавливаемых систем	1	2/ИИ	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>	ОК-1, ПК-9
1.9 Показатели надежности восстанавливаемых систем			6	<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>	ОК-1, ПК-9

<p>1.10 Законы распределения времени до отказа, наиболее часто используемые в теории надежности</p>			<p>2/II</p>	<p>6</p>	<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-1, ПК-9</p>
<p>1.11 Надежность нерезервированной системы</p>	<p>1</p>		<p>1/II</p>	<p>6</p>	<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-1, ПК-9</p>

1.12 Надежность простейших резервированных систем		1			5,1	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-1, ПК-9
Итого по разделу		6		10/4И	87,1			
2. Экзамен								
2.1 Экзамен	6							ОК-1, ПК-9
Итого по разделу								
Итого по дисциплине		6		10/4И	87,1		зачет	ОК-1,ПК-9

## **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. ПЭ и БЖД. - 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 клас-	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распростра-	бессрочно
FAR	свободно распростра-	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	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 научных	<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 инженерин-	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронный информационный концорциум» (НП)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проек-	<a href="https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii">https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii</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.

Примеры практического задания

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.



### 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-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</b>		
Знать	ситуации, связанные с надежностью 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 отказ? Классификация и характеристики отказов.</li> <li>6. Как связаны понятия «надёжность» и «сохраняемость»?</li> <li>7. Приведите классификация технических систем с точки зрения надёжности.</li> <li>8. Что такое критерии и показатели надёжности?</li> <li>9. Каковы критерии надёжности невосстанавливаемых систем?</li> <li>10. Что такое вероятность безотказной работы? Как ее определить?</li> <li>11. Что такое плотность распределения времени безотказной работы (частота отказов)? Как ее определить?</li> <li>12. Что такое интенсивность отказов? Как ее определить?</li> <li>13. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</li> <li>14. Каковы критерии надёжности восстанавливаемых систем?</li> <li>15. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстановления?</li> <li>16. Что такое параметр потока отказов?</li> <li>17. Что такое функция готовности и функция простоя?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства						
		18. Какие законы распределения времени до отказа наиболее часто используются в теории надежности?						
Уметь	действовать в нестандартных ситуациях, связанных с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p style="text-align: center;"><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>.</p> <p>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 style="text-align: center;">Данные о числе элементов системы и интенсивности их отказов</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Номер группы</th> <th style="width: 33%;">Число элементов</th> <th style="width: 33%;">Интенсивность отказа элемента, час<sup>-1</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, час <sup>-1</sup>			
Номер группы	Число элементов	Интенсивность отказа элемента, час <sup>-1</sup>						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства		
		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> 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>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<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	способностью принимать решения, связанные с надежностью транспортирующих машин и механизмов обогатительного передела	<p><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)</p>
<b>ПК-9: способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности</b>		
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> <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> <li>10. Что такое среднее время безотказной работы? Как его определить?</li> <li>11. Каковы критерии надежности восстанавливаемых систем?</li> <li>12. Что такое среднее время работы между отказами и среднее время восстанов-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ления?</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	оценивать результаты исследования 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 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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		(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 зачета.

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

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

- теоретические вопросы для самоконтроля при подготовке к зачету;
- практические задания для зачета;
- билеты.

### ***Перечень теоретических вопросов к зачету***

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 восстанавливаемых 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 надёжности 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 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 надёжности 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 надёжности 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.