

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Ухтинский государственный технический университет»**  
**(УГТУ)**

---



**Декан ТФ М. А. Засовская**

" 14 " 24 мая 2024 г.

(подпись)

"    "    \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

"    "    \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

"    "    \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Технологическое обеспечение надежности**

Кафедра **Механики**

Направление подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Программа подготовки: «Инжиниринг технологических машин, агрегатов и процессов»

Форма обучения: Очная форма

Курс(ы) 2

Семестр(ы) 3

Год начала подготовки 2024



Рабочая программа по дисциплине Технологическое обеспечение надежности разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 №1026, учебным планом, одобренным ученым советом университета от 29.05.2024, протокол № 05.

Разработчик

Доцент кафедры механики ТФ



Р. С. Тимохов

Рассмотрено на заседании					
кафедры, реализующей ОПОП			совета направления подготовки/специальности		
Дата, номер протокола	ФИО зав. кафедрой	Подпись зав. кафедрой	Дата, номер протокола	ФИО председателя совета	Подпись председателя совета
24.04.2024, протокол №12	В. Л. Савич		21.03.2024, протокол №05	О. М. Тимохова	

Согласовано:

Руководитель ОПОП,  
зав. кафедрой Механики ТФ



В. Л. Савич

## **Аннотация рабочей программы по дисциплине Технологическое обеспечение надежности**

### **Цель преподавания дисциплины**

– практическое применение методов теории надежности при проектировании машин и оборудования.

### **Задачи изучения**

– формирование необходимых теоретических и прикладных знаний по надежности; развитие инженерного понимания основных закономерностей и физической сущности процессов износа, старения, усталостного разрушения, коррозии и реологии материалов; оценки влияния эксплуатационных факторов; выполнения;

– расчет параметров надежности.

– решение экономических проблем методами надежности.

**В ходе изучения дисциплины у обучающегося формируются следующие компетенции:**

– ОПК-2 – Способность осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса;

– ОПК-8 – Способность разрабатывать методику анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;

– ОПК-11 – Способность разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель преподавания дисциплины: – формирование у студентов аспекта инженерного мышления – практическое применение методов теории надежности при проектировании машин и оборудования.

1.2. Задачи изучения: – формирование необходимых теоретических и прикладных знаний по надежности; развитие инженерного понимания основных закономерностей и физической сущности процессов износа, старения, усталостного разрушения, коррозии и реологии материалов; оценки влияния эксплуатационных факторов; выполнения; расчет параметров надежности; Решение экономических проблем методами надежности.

1.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

№ п-п	Содержание формируемых компетенций	Индекс компетенции
Общепрофессиональны (ОПК)		
1	Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	ОПК-2
2	Способен разрабатывать методику анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	ОПК-8
3	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании	ОПК-11

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся изучаемой дисциплины;
- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых машин и оборудования отрасли;
- методы исследования машин и оборудования отрасли, правила и условия выполнения работ;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям;
- методы проведения технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок машин и оборудования отрасли;

*Уметь:*

- правильно рассуждать о технических характеристиках и конструкции машин и оборудования отрасли;
- применять теории при расчете конструкции машин и оборудования отрасли.

*Владеть:*

- навыками и умениями применения в расчётах при проектировании необходимыми для определения класса, степени надёжности изделия / узла / агрегата / конструкции / машины.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы – «Технологическое обеспечение надежности» относится к «Обязательной части» основной образовательной программы подготовки.

2.1. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Надежность машин и оборудования; Основы триботехники; Трибология и триботехника

2.2. Перечень дисциплин, изучение которых базируется на материале данной дисциплины: Учебная практика (научно-исследовательская работа), ВКР.

3. Структура и содержание дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Семестр	Всего часов	Итого контактные часы	В том числе					СРС	Контроль	КП, КР, РГР, контр. раб, реферат	Экзамен	Зачет с оценкой
			Лек	Лаб	Пр	ИЗ	АК					
3	144	50,2	32	–	16	2	0,2	93,8	–	–	–	+

## 3.1.1. Объем часов и зачетных единиц по дисциплине

Наименование раздела (модуля) Наименование темы дисциплины	Всего часов	Формируемые компетенции	Аудиторные занятия	в том числе			СРС
				лекции	практические	лабораторные	
3 семестр							
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Введение</b> Тема 1.1 Основное содержание современной теории надежности Тема 1.2 Основные понятия теории надежности Тема 1.3. Теоретические основы теории надежности Тема 1.4. Количественные показатели надежности Тема 1.5. Современные методы обеспечения безотказности изделий Тема 1.6. Теория резервирования систем Тема 1.7. Основы теории физики отказов, изнашивании Тема 1.8. Современные методы обеспечения долговечности изделий	46	ОПК-2; ОПК-8; ОПК-11	16	12	4	—	30
<b>Раздел 2. Статистические методы обработки данных по надежности</b> Тема 2.1. Исследование дискретного закона распределения случ. вал. Тема 2.2. Исследование параметра непрерывного закона распределения с.в. Тема 2.3. Исследование корреляционной связи параметров надежности Тема 2.4. Расчет параметров надежности на конкретных примерах	48	ОПК-2; ОПК-8; ОПК-11	18	12	6	—	30

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 2.5. Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования							
Тема 2.6. Системы диагностирования гидропривода							
<b>Раздел 3. Расчет моментальных характеристик случайных. величины для различных условий</b>	<b>47,8</b>	<b>—</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>—</b>	<b>33,8</b>
Тема 3.1. Расчет подшипников валов по параметрам надежности Тема 3.2. Расчет валов по параметрам надежности Тема 3.3. Расчет параметров надежности редуктора силовой передачи трактора Тема 3.4. Расчет экологических параметров надежности (систем защиты от выбросов гидросистем) Тема 3.5. Обобщение расчетно-критических расчетов и рекомендаций Тема 3.6. Исследование корреляционной связи параметров надежности Тема 3.7. Расчет параметров надежности на конкретных примерах Тема 3.8. Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования Тема 3.9. Системы диагностирования гидропривода	47,8	ОПК-2; ОПК-8; ОПК-11	12	8	6	—	33,8
<b>ИЗ</b>	<b>2</b>	×	×	×	×	×	×
<b>АК</b>	<b>0,2</b>	×	×	×	×	×	×
<b>Контроль</b>	<b>—</b>	×	×	×	×	×	×
<b>Всего часов</b>	<b>144</b>	×	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>—</b>	<b>93,8</b>

### 3.1.2. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий (по семестрам)

Номер темы	Наименование темы	Основное содержание темы	Количество часов
1	Современная теории надежности	Проблемы и задачи курса	4
2	Основные понятия теории надежности	Классификация, сущность понятий; специфика, пределы применимости, мировоззренческий аспект.	4
3	Теоретические основы теории надежности	Законы распределения случайной величины, основная формула надежности, характеристики случайных процессов.	4
4	Количественные показатели надежности	Содержание параметров надежности для невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий	4
5	Современные методы обеспечения безотказности изделий	Методы практической реализации безотказности при проектировании, изготовлении и эксплуатации	4
6	Теория резервирования систем	Теоретические и практические основы резервирования сложных систем	4
7	Основы теории физики отказов, изнашивании	Источники вредных воздействий, их энергетический уровень. Теории трения.	4
8	Современные методы обеспечения долговечности изделий	Коэффициент долговечности, современные методы повышения твердости, прочности, износостойкости. Современные методы смазки трущихся поверхностей.	4
<b>Итого</b>			<b>32</b>

### 3.1.3. Наименование тем (вопросов), выделенных для самостоятельной работы студентов

№№ тем	Наименование темы (вопроса)	Основное содержание темы (вопроса)	Объем в часах	Литература
1	Расчет моментальных характеристик случайные величины для различных условий	Решение типовых задач	10	Л-4
2	Расчет подшипников валов по параметрам надежности	Решение типовых задач	10	Л-4
3	Расчет валов по параметрам надежности	Решение типовых задач	10	Л-4
4	Расчет параметров надежности редуктора силовой передачи трактора	Решение типовых задач	10	Л-4
5	Расчет экологических параметров надежности (систем защиты от выбросов)	Решение типовых задач по критерию экологической безопасности	10	Л-4

№№ тем	Наименование темы (вопроса)	Основное содержание темы (вопроса)	Объем в часах	Литература
	гидросистем)	внедрением резервирования элементов		
6	Обобщение расчетно-критических расчетов и рекомендаций	Обоснование выбора того или иного способа резервирования применительно к конкретным целям и задачам работ машин и механизмов	10	Л-4
7	Исследование корреляционной связи параметров надежности	Изучение зависимостей теории надёжности отдельных элементов и их систем	10	Л-4
8	Расчет параметров надежности на конкретных примерах	Определение основных параметров надёжности систем применяемых лесотранспортной промышленности	10	Л-4
9	Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования	Определение и расчёт основных параметров надёжности, резервирование отдельных элементов и систем элементов машин	10	Л-4
10	Системы диагностирования гидропривода	Изучение параметров элементов систем их работы и проектирования с точки зрения обеспечения надёжности	3,8	Л-4
<b>Итого</b>			<b>93,8</b>	

Примечание.

В графе "Литература" приводятся номера учебников, учебных и методических пособий согласно разделам 3.1 и 3.2

#### 3.1.4. Практические занятия, их содержание и объем в часах (по семестрам)

Номер темы	Наименование практических занятий (семинаров)	Основное содержание практических занятий (семинаров)	Количество часов
1	Статистические методы обработки данных по надежности	Определение основных моментных характеристик $M_0(t)$ , $D(t)$ , $\tau(t)$ , $\hat{c}(t)$	3
2	Исследование дискретного закона распределения случ. вал.	Исследование тиноминального закона р.с.вал. (оформляют как расчетную работу)	2
3	Исследование параметра непрерывного закона распределения с.в.	Определение матем. выраж. функции плотности вероятности $f(t)$	2
4-5	Исследование корреляционной связи параметров надежности	Определение коэффициента корреляции, линии регрессии, параметров надежности	2

Номер темы	Наименование практических занятий (семинаров)	Основное содержание практических занятий (семинаров)	Количество часов
6-9	Расчет параметров надежности на конкретных примерах	Определение $P(t)$ , $\lambda(t)$ , $\omega(t)$ , $T_0(t)$	3
10-13	Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования	Обработка методики ЦНИИМЭ, ремонтная ситуация, определение $P(t)$ , $T_j$	2
14-17	Системы диагностирования гидропривода	Теоретические и практические алгоритмы РВД, распределителей г/с в целом (на стендах)	2
<b>Итого</b>			<b>16</b>

### 3.1.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Номер работы	Наименование лабораторной работы	Объем в часах
--------------	----------------------------------	---------------

Не предусмотрены учебным планом.

### 3.2. Перечень тем курсовых проектов (работ)

№№ п-п	Наименование проекта (работы)
--------	-------------------------------

Не предусмотрены учебным планом.

### 3.3. Перечень тем РГР

№№ п-п	Наименование проекта (работы)
--------	-------------------------------

Не предусмотрены учебным планом.

### 3.4. Перечень тем рефератов

№№ п-п	Наименование проекта (работы)
--------	-------------------------------

Не предусмотрены учебным планом.

### 3.5. Перечень тем контрольных работ

№№ п-п	Наименование проекта (работы)
--------	-------------------------------

Не предусмотрены учебным планом.

### 3.6. Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении учебных занятий

### 4.1. Основная и дополнительная литература

№№ п-п	Автор и наименование	Вид пособия	Год издания	Кол-во экз. в библиотеке
<b>Основная литература</b>				
Л-1	Остяков, Ю. А. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность : учебное пособие / Ю.А. Остяков, И.В. Шевченко. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 260 с.	УП	2022	Режим доступа: <a href="https://znani.um.com/catalog/product/1845219">https://znani.um.com/catalog/product/1845219</a>

Л-2	Долгин, В. П. Надежность технических систем : учебное пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. — 167 с.	УП	2020	Режим доступа: <a href="https://znani.um.com/catalog/product/1081907">https://znani.um.com/catalog/product/1081907</a>
Л-3	Зорин, В. А. Надежность механических систем : учебник / В. А. Зорин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 380 с. — (Высшее образование).	У	2021	Режим доступа: <a href="https://znani.um.com/catalog/product/1136796">https://znani.um.com/catalog/product/1136796</a>
Дополнительная литература				
Л-4	Основы надежности машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.М. Зубрилина, Ю.И. Жевора, А.Т. Лебедев и др.; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 120 с. - ISBN 978-5-9596-0706-7.	УП	2010	Режим доступа: <a href="http://znani.um.com/catalog/product/514416">http://znani.um.com/catalog/product/514416</a>
Л-5	Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: Учеб. / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др.; Под ред. проф. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 336 с.: 60х90 1/16. - (Технолог. сервис). (п) ISBN 978-5-98281-298-8	У	2012	Режим доступа: <a href="https://znani.um.com/catalog/product/307370">https://znani.um.com/catalog/product/307370</a>

Примечание:

1. Порядковая нумерация сквозная, двухиндексная (Л-1, Л-2, Л-3 и т.д.);
2. Дополнительная литература отделяется заголовком;
3. Условные обозначения вида пособия: У – учебник, УП – учебное пособие, Др – монография и другая литература.

#### 5. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

5.1. Перечень ресурсов сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины: сайты библиотек:

1. Внутренняя электронно-библиотечная система УГТУ (ВЭБС) – <http://lib.ugtu.net/books/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система Znaniyum.com – <http://znaniyum.com/>
4. Электронная библиотечная система IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ» – <https://biblio-online.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
7. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – <https://cyberleninka.ru/>

5.2. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных систем, используемых при осуществлении учебного процесса по дисциплине не представляет необходимости.

6. Фонд оценочных средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в Приложении.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## 8. Лист актуализации

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

ФОС обновлен

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

ФОС обновлен

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

ФОС обновлен

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Технологическое обеспечение надежности»**

Направление подготовки: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»  
Программа подготовки: «Инжиниринг технологических машин, агрегатов и процессов»

Квалификация выпускника: магистр

Год начала подготовки 2024

# 1. Перечень компетенций и этапы их формирования

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции (семестр/раздел/тема дисциплины)	Дескрипторные характеристики компетенции (основные признаки)
ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	Раздел 1. Введение	<i>Знать</i> и ориентироваться в области, связанной с обеспечением надежности. <i>Уметь</i> ориентироваться в терминах и определениях. <i>Владеть</i> необходимыми знаниями для применения в профессиональной деятельности.
ОПК-8 Способен разрабатывать методику анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	Тема 1.2 Основные понятия теории надежности Тема 1.3. Теоретические основы теории надежности Тема 1.4. Количественные показатели надежности Тема 1.5. Современные методы обеспечения безотказности изделий Тема 1.6. Теория резервирования систем Тема 1.7. Основы теории	<i>Знать</i> технологический и производственный процессы предприятия. <i>Уметь</i> организовывать производственный процесс с получением максимальной производительности труда при наименьших затратах. <i>Владеть</i> необходимой информацией по новым разработкам в сфере профессиональной деятельности.
ОПК-11 Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании	физики отказов, изнашивании Тема 1.8. Современные методы обеспечения долговечности изделий Раздел 2. Статистические методы обработки данных по надежности Тема 2.1. Исследование дискретного закона распределения случ. вал. Тема 2.2. Исследование параметра непрерывного закона распределения с.в. Тема 2.3. Исследование корреляционной связи параметров надежности Тема 2.4. Расчет параметров надежности на конкретных примерах Тема 2.5. Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования Тема 2.6. Системы диагностирования гидропривода примерах	<i>Знать:</i> методы производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции <i>Уметь:</i> проводить производственный контроль параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции <i>Владеть:</i> методами осуществления производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции (семестр/раздел/тема дисциплины)	Дескрипторные характеристики компетенции (основные признаки)
	<p>Раздел 3. Расчет моментальных характеристик случайных величины для различных условий</p> <p>Тема 3.1. Расчет подшипников валов по параметрам надежности</p> <p>Тема 3.2. Расчет валов по параметрам надежности</p> <p>Тема 3.3. Расчет параметров надежности редуктора силовой передачи трактора</p> <p>Тема 3.4. Расчет экологических параметров надежности (систем защиты от выбросов гидросистем)</p> <p>Тема 3.5. Обобщение расчетно-критических расчетов и рекомендаций</p> <p>Тема 3.6. Исследование корреляционной связи параметров надежности</p> <p>Тема 3.7. Расчет параметров надежности на конкретных</p> <p>Тема 3.8. Расчет ресурсных параметров надежности на стадии проектирования</p> <p>Тема 3.9. Системы диагностирования гидропривода</p>	

## 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы (разделы, темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Уровень	Форма контроля	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1	ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11	Пороговый	Собеседование	Вопросы для собеседования
			Повышенный	Case-study (кейс-метод)	Набор ситуационных заданий (кейсов)
			Продвинутый	Дискуссия	Тематика дискуссии
2	Раздел 2	ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11	Пороговый	Собеседование	Вопросы для собеседования
			Повышенный	Case-study (кейс-метод)	Набор ситуационных заданий (кейсов)
			Продвинутый	Дискуссия	Тематика дискуссии
	Раздел 3	ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11	Пороговый	Собеседование	Вопросы для собеседования
			Повышенный	Case-study (кейс-метод)	Набор ситуационных заданий (кейсов)
			Продвинутый	Дискуссия	Тематика дискуссии

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы (разделы, темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Уровень	Форма контроля	Наименование оценочного средства
3	Разделы 1 – 3	ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11		Зачет	Вопросы для подготовки

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Код компетенции	Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
ОПК-2	<i>Знать</i> и ориентироваться в области, связанной с обеспечением надежности.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Знать</i> историю возникновения интеллектуальной собственности и авторского права
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Знать</i> государственный законы Российской Федерации, правила оформления патентов на изобретения полученные путем научных исследований.
	<i>Уметь</i> ориентироваться в терминах и определениях.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Уметь</i> ориентироваться в законодательстве РФ.
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Уметь</i> применять термины в деловой речи, правильно и с учетом необходимых требований оформлять соответствующую документацию.
	<i>Владеть</i> необходимыми знаниями для применения в профессиональной деятельности.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Владеть</i> навыками поиска необходимых документов в сфере научных исследований.
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Владеть</i> навыками применения на практике существующего законодательства в области научных разработок, оформлении патентных заявок.
ОПК-8	<i>Знать</i> технологический и производственный процессы предприятия.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Знать</i> устройство предприятия, общий процесс производства
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Знать</i> пошагово весь производственный и технологические процессы производства на предприятии
	<i>Уметь</i> организовывать	Пороговый уровень	<i>Уметь</i> участвовать в

Код компетенции	Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	производственный процесс с получением максимальной производительности труда при наименьших затратах.	(обязательный)	производственном процессе предприятия
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Уметь</i> повышать производительность производственного процесса с наименьшими затратами и введением новых технологий в процесс производства.
	<i>Владеть</i> необходимой информацией по новым разработкам в сфере профессиональной деятельности.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Владеть</i> навыками поиска новых технологий для внедрения в процесс производства
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Владеть</i> навыком применения новых перспективных технологий в производственном процессе предприятия с получением экономического эффекта.
ОПК-11	<i>Знать:</i> методы производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Знать</i> основы производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Знать</i> систему производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции
	<i>Уметь:</i> проводить производственный контроль параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Уметь</i> осуществлять основы производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Уметь</i> осуществлять систему производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции
	<i>Владеть:</i> методами осуществления производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Владеть</i> способностью осуществлять основы производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции

Код компетенции	Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	продукции.	Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Владеть</i> системой производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества готовой продукции
ПК-2	<i>Знать</i> структуру производственного процесса на предприятии, основные документы и устав.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Знать</i> основные термины и определения
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Знать</i> основы машиностроительных производств, технологию изготовления деталей машин
	<i>Уметь</i> грамотно организовывать производственный процесс, с целью извлечения максимальной выгоды для предприятия	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Уметь</i> пользоваться справочным материалом при необходимых расчетах.
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Уметь</i> квалифицированно рассчитывать время обработки деталей, расчет материалов, трудозатраты, экономический эффект
	<i>Владеть</i> хорошими организационными качествами для оптимальной работы предприятия	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Владеть</i> навыками применения программ автоматизированного проектирования
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Владеть</i> навыками применения специализированных программ автоматизированного проектирования для повышения экономической эффективности предприятия
ПК-3	<i>Знать</i> структуру производственного процесса на предприятии, основные документы и устав.	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Знать</i> производственный процесс, выполняемый на предприятии
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Знать</i> структуру производственного и технологического процесса на предприятии
	<i>Уметь</i> грамотно организовывать производственный процесс, с целью извлечения максимальной выгоды для предприятия	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Уметь</i> грамотно оформлять деловую и техническую документацию на предприятии.
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Уметь</i> работать с рабочими документами, чертежами, читать и понимать документы на иностранном языке, грамотно оформлять производственную документацию.

Код компетенции	Показатели сформированности	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	<i>Владеть</i> хорошими организационными качествами для оптимальной работы предприятия	Пороговый уровень (обязательный)	<i>Владеть</i> навыками грамотной речи с деловыми партнерами и сотрудниками.
		Повышенный уровень (по отношению к пороговому уровню)	<i>Владеть</i> навыками грамотной речи с деловыми партнерами и сотрудниками, свободно понимать и изъясняться на иностранном языке, читать и переводить литературу на иностранном языке.

#### 4. Компетентностно-ориентированные задания (КОЗ)

Основным средством формирования компетентностей выступают компетентностно-ориентированные задания:

- вопросы для собеседования
- набор ситуационных заданий (кейсов)
- тематика дискуссии
- вопросы для подготовки к зачету.

Данные КОЗ представляют собой комплексные задания, предназначенные для контроля уровня успеваемости и освоения компетенций у студента по всем разделам дисциплины «Технологическое обеспечение надежности».

Собеседование - это средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы по каждому разделу дисциплины и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося.

Промежуточный контроль представляет собой зачет.

Примеры ситуационных заданий  
по дисциплине «Технологическое обеспечение надежности»  
(ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11)

Пример 1. На испытание поставлено 280 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов.

Найти вероятность безотказной работы и отказа агрегатов в течение 100 ч.

$$P(t) = (N_0 - n(t)) / N_0 = (280 - 10) / 280 = 0,96;$$

$$F(t) = 1 - 0,96 = 0,04.$$

Пример 2. На испытание поставлено 250 одинаковых агрегатов. За время 100 ч отказало 10 агрегатов, а за интервал 200—300 ч еще 9 агрегатов.

Определить частоту и интенсивность отказов в промежутке времени 200—300

$$f(t) = n(\Delta t) / \Delta t \cdot N_0 = 9 / 100 \cdot 250 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ 1/ч};$$

$$\lambda(t) = n(\Delta t) / \Delta t \cdot N_{\text{ср}} = 9 / 100 \cdot [(250 - 10) - (240 - 9)] / 2 = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/ч}.$$

ч.

Пример 3. В течение некоторого времени производилось наблюдение за работой одного насоса. За период наблюдения произошло 7 отказов. До начала наблюдения насос проработал 200 ч. К концу испытаний наработка составила 250 ч.

Определить среднюю наработку на отказ.

$$t = t_2 - t_1 = 250 - 200 = 50 \text{ ч};$$

$$t_{\text{ср}} = 50 / 7 = 7,1 \text{ ч}.$$

Пример 4. Система состоит из пяти агрегатов, причем отказ любого из них ведет к отказу системы. Известно, что первый агрегат отказал 10 раз в течение 280 ч, второй агрегат — 9 раз в течение 310 ч, а остальные — 2, 3 и 5 раз соответственно в течение 100 ч работы.

Определить наработку на отказ системы, если справедлив экспоненциальный закон распределения наработки на отказ для каждого агрегата.

$$\lambda_1 = 10/280 = 0,04 \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_2 = 9/310 = 0,03 \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_3 = 2/100 = 0,02 \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_4 = 3/100 = 0,03 \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_{35} = 5/100 = 0,05 \text{ 1/ч};$$

$$\lambda_{\text{сист}} = \sum \lambda_i = 0,17 \text{ 1/ч};$$

$$T_{\text{ср}} = 1/0,17 = 5,88 \text{ ч}.$$

Пример 5. Ресурс двигателя распределен по экспоненциальному закону с параметром  $X = 5 \cdot 10^{-6} \text{ км}^{-1}$ .

Определить:

- 1) средний ресурс двигателя;

- 2) 90%-ный ресурс;
- 3) вероятность того, что ресурс окажется не больше среднего ресурса;
- 4) количество двигателей из общей партии 202 двигателя, которые будут отправлены на капитальный ремонт при пробеге до 100 тыс. км.

Решение:

1. Средний ресурс двигателя  $T_p$ , тыс.км безотказной работы.

$$T_p = \int_0^{\infty} P(t) dt,$$

где  $P(t)$  — вероятность

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

поэтому

$$T_p = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda} \Big|_0^{\infty} = 0 - \left( -\frac{e^0}{\lambda} \right) = \frac{1}{\lambda};$$

$$T_p = \frac{1}{5 \cdot 10^{-6}} = 200\,000 \text{ км.}$$

2. Гамма-процентный ресурс при  $y = 90\%$ . Функция распределения ресурса:

$$F(t) = 1 - \frac{\gamma}{100} = 1 - \frac{90}{100} = 0,1;$$

$$F(t_\gamma) = 1 - e^{-\lambda t};$$

$$0,1 = 1 - e^{-\lambda t}.$$

После логарифмирования получим

$$\ln 0,1 = \ln 1 - \lambda t.$$

п 1, л  $\ln 0,1$

При  $m_1 = 0$  ресурс  $t = \dots$ .

$K$

Таким образом,  $T_m = \dots = 460\,517 \text{ км.}$  по  $5 \cdot 10^{-6}$

3. По определению вероятность

$$P(t_p \leq T_p),$$

где / — текущее значение ресурса.

При среднем значении ресурса  $T = 200$  тыс. км

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,368.$$

4. Вероятность того, что двигатель будет отправлен на ремонт:  $Q(t) = 1 - P(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ . При заданном пробеге  $t = 100$  тыс. км

$$Q(t) = 1 - e^{-5 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5} = 0,393.$$

По определению

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0},$$

где  $n(t)$  — количество двигателей, отправленных на ремонт до пробега;  $N_0$  — общее количество двигателей.

При заданных значениях  $Q(t)$  и  $N_0$  количество двигателей, которые будут отправлены на капитальный ремонт составит

$$n(t) = Q(t)N_0 = 0,393 \cdot 202 = 79.$$

Пример 6. Изделие, состоящее из  $k$  узлов, работало в течение времени  $t$ . За это время первый узел отказал с вероятностью  $q_1$ , второй — с вероятностью  $q_2$  и т.д. Ремонтник обнаруживает и восстанавливает каждый узел с вероятностью  $p$ , а с вероятностью  $q - 1 - p$  объявляет узел исправным.

Определить вероятность того, что после ремонта хотя бы один узел изделия будет неисправным.

Решение:

Вероятность отказа  $i$ -го узла быть не обнаруженным равна  $q_i q$ . Вероятность этого события с одним из  $k$  узлов изделия равна  $1 - \Pi^*(1 - q, q)$ .

Пример 7. В условиях примера 6 в момент времени  $t$  с вероятностью  $Q$  не оказалось свободного ремонтника, и изделие запускается в эксплуатацию без осмотра.

Определить вероятность того, что после пуска хотя бы один узел изделия будет неисправным.

Ответ:  $(1 - Q)[1 - \Gamma(1 - q/jft + \Pi^*(1 -$

Пример 8. Изделие состоит из двух дублирующих друг друга узлов 1 и 2. Изделие может случайным образом работать в одном из двух режимов: благоприятном и неблагоприятном. В благоприятном режиме надежность каждого из узлов равна  $P_1$ , а в неблагоприятном —  $P_2$ .

Вероятность благоприятного режима работы изделия равна  $p_v$ , а неблагоприятного  $p_e$ . Найти полную (среднюю) надежность изделия  $P$ .

Ответ:  $P = p_v[-(1 - P_1)2] + (1 - p_v)[1 - (1 - P_2)2]$ .

Вопросы для собеседования / Тематика дискуссии  
по дисциплине «**Технологическое обеспечение надежности**»  
(ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11)

1. Процессы изменения начальных свойств изделий
2. Режимы силового нагружения конструктивных элементов ....
3. Причины нарушения работоспособности машин .....
4. Трение и изнашивание деталей
5. Пластическая деформация
6. Усталостное разрушение материалов деталей
7. Коррозионное разрушение деталей машин
8. Старение материалов конструктивных элементов .....
9. Классификация видов изнашивания
10. Закономерности изнашивания деталей
11. Количественные характеристики процесса изнашивания
12. Предельные и допустимые износы
13. Оценка надежности с использованием структурных схем
14. Цель и виды испытаний на надежность
15. Дорожные испытания машин на надежность
16. Эксплуатационные испытания
17. Полигонные испытания
18. Специальные испытания
19. Стендовые испытания
20. Ускоренные испытания
21. Определение объема выборки испытаний
22. Числовые характеристики случайной величины
23. Законы распределения случайных величин
24. Статистическая обработка информации о надежности .....
25. Порядок обработки опытных данных
26. Проверка гипотезы о принадлежности результатов исследований выбранному закону распределения ...
27. Обработка информации о надежности по результатам незавершенных испытаний
28. Факторы, влияющие на надежность машин в эксплуатации
29. Система технического обслуживания и ремонта машин
30. Стратегии технического обслуживания и ремонта
31. Техническое обслуживание машин
32. Ремонт технологических машин и их агрегатов
33. Техническая диагностика машин
34. Основные понятия и определения
35. Методы и средства диагностирования
36. Диагностические параметры и обоснование их выбора
37. Нормирование диагностических параметров
38. Прогнозирование остаточного ресурса машин.
39. Управление техническим состоянием машин на базе диагностической информации
40. Технологические методы упрочнения деталей

Вопросы для подготовки к зачету  
по дисциплине «**Технологическое обеспечение надежности**»  
(ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11)

1. Отказ. Неисправность. Повреждение.
2. Характеристика отказа: критерий отказа, причина отказа, характер отказа, последствия отказа. Классификация отказов.
3. Свойства надёжности машин: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.
4. Показатели надёжности машин: показатели безотказности (вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, наработка на отказ, интенсивность отказа, параметр потока отказов);
5. Показатели надёжности машин: показатели долговечности ( $\square\square$ процентный ресурс, средний срок службы);
6. Показатели надёжности машин: показатели ремонтпригодности (вероятность восстановления работоспособного состояния, среднее время восстановления);
7. Показатели надёжности машин: показатели сохраняемости ( $\square\square$ процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости);
8. Показатели надёжности машин: комплексные показатели (коэффициенты готовности, коэффициент технического использования, коэффициент оперативной готовности, удельная суммарная продолжительность технического обслуживания).
9. Отказ как случайное событие с позиции теории вероятностей.
10. Законы распределения случайных величин для дискретных случайных величин (биномиальный закон, закон Пуассона);
11. Законы распределения случайных величин для случайных непрерывных величин (распределение Вейбулла, экспоненциальный закон, нормальный закон Гаусса).
12. Структурная надёжность машин. Типовые структуры системы: последовательная, параллельная и комбинированная. Определение вероятности отказа и вероятности безотказной работы последовательной, параллельной и комбинированной системы.
13. Резервирование - метод повышения структурной надёжности машины. Постоянное резервирование. Резервирование замещением. Резервирование общее и раздельное.
14. Методы расчёта и обеспечения надёжности по критериям прочности. Виды отказов по критериям прочности. Расчёт усталостной долговечности. Методы обеспечения прочностной надёжности.
15. Методы расчёта и обеспечения надёжности по критериям износостойкости. Виды изнашивания. Расчет износостойкости на основе теории фрикционной усталости.
16. Контактные гидравлические методы расчёта износостойкости.
17. Методы обеспечения трибологической надёжности.
18. Объёмное изменение структуры и химического состава материала деталей машин с целью улучшения его механических характеристик: легирование, модифицирование, объёмная закалка и др.
19. Повышение качества и эксплуатационных свойств рабочих поверхностей деталей: поверхностное упрочнение, нанесение износостойких покрытий.
20. Современные средства контроля и диагностики качества деталей машин.
21. Испытания машины на надёжность. Классификация испытаний. Планирование испытаний.
22. Ускоренные испытания. Принципы ускоренных испытаний.
23. Эксплуатация машины. Техническое обслуживание и ремонт.
24. Метод технического обслуживания и ремонта с регламентированной периодичностью.
25. Метод технического обслуживания и ремонта с контролем уровня надёжности.
26. Метод технического обслуживания и ремонта с контролем параметров. Техническая диагностика.
27. Система планово-предупредительного ремонта.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции	Уровень освоения	Форма контроля	% выполнения	макс результат, балл	Результат обучающегося
ОПК-2	Пороговый	Собеседование	<50 – компетенция не освоена – 0 баллов, ≥50 – компетенция освоена – макс балл	3	
	Повышенный	Case-study (кейс-метод)		4	
	Продвинутый	Дискуссия		5	
ОПК-8	Пороговый	Собеседование		3	
	Повышенный	Case-study (кейс-метод)		4	
	Продвинутый	Дискуссия		5	
ОПК-11	Пороговый	Собеседование		3	
	Повышенный	Case-study (кейс-метод)		4	
	Продвинутый	Дискуссия		5	
Всего за семестр				Среднее арифметическое по всем уровням	
				4	
ОПК-2, ОПК-8, ОПК-11	Зачет	Вопросы для подготовки	Определяется преподавателем в КОЗ	6	
ИТОГОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ				до 3 баллов	незачтено
				3...5 баллов	зачтено
				6...8 баллов	зачтено
				8...10 баллов	зачтено