

МИНИСТЕРСТВО РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт физико-химических технологий и материалов (ИФХТиМ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИФХТиМ

Ж.В. Мацулевич

(подпись) Институт  
ФИО

«17» декабря 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.3.1 «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования»

для подготовки магистров

Направление подготовки : 20.04.01 «Техносферная безопасность»

*(код и направление подготовки, специальности)*

Направленность: Безопасность технологических процессов и производств

*(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)*

Форма обучения: заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2020

Выпускающая кафедра ПБЭиХ

Кафедра-разработчик ПБЭиХ

Объем дисциплины 108/3  
*часов/з.е*

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик (и): Филлипов А.А., к.т.н., доцент  
*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2019 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», утвержденная приказом Минобрнауки России от 06 марта 2015г. № 172 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ 16.01.2020г. № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
протокол от 06 декабря 2019г. № 2

Зав. кафедрой «ПБЭиХ»  
Д.х.н, профессор

  
V.I. Наумов  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ к утверждению  
Протокол от 17 декабря 2019 г.№ 3.

Председатель УМС ИФХТиМ,  
Директор ИФХТиМ, д.х.н., профессор

  
Ж.В. Мацулевич  
(подпись)

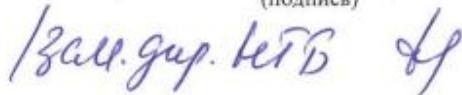
Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 20.04.01-Б-8-20

Начальник МО

  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

  
Н.И.Кабанина  
(подпись)

  
*Зав.деп. к-та Н.И. Кабанина*

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	11
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	18
	23
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	25
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	26
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз.....	26
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	29
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	29
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	32
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b>	42

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Цели освоения дисциплины** «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования» формирует, углубляет и развивает знания о закономерностях усталостного разрушения, работоспособности конструкционных материалов в различных условиях нагружения с целью прогнозирования и повышения эксплуатационной долговечности и снижения материоемкости металлоизделий производственного оборудования, необходимых при решении практических вопросов разного уровня сложности в ходе выполнения профессиональных задач в области научно-исследовательской, производственно-технологической и проектной деятельности.

### **1.2. Задачами освоения дисциплины являются:**

- ознакомление с методами исследований эксплуатационных свойств конструкционных материалов после различных видов и режимов технологической обработки;
- освоение методов математического планирования экспериментов и математической обработки результатов исследований;
- изучение теоретических основ оптимизации режимов технологической обработки с целью повышения и прогнозирования эксплуатационной долговечности металлических материалов и натурных конструкций оборудования;
- ознакомление с механическими характеристиками основных конструктивных материалов оборудования;
- участие в проектировании деталей, механизмов, агрегатов производственного оборудования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования»** включена в перечень дисциплин по выбору, установленного ФГОС ВО, и необходима для направления подготовки 20.04.01 по профилю «Безопасность технологических процессов и производств»

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученными студентами при изучении химии, физики и математики в курсе средней школы. Для освоения дисциплины студент должен владеть знаниями основных физических явлений, основ организации производственных процессов и оборудования в профессиональной деятельности.

Дисциплина «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования» является взаимосвязанной с изучением ряда общенаучных дисциплин, где изучаются законы механики, которые могут, оказывать негативное воздействие на долговечность конструкционных металлоконструкций и оборудования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, используются при подготовке и защите выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования» является проведение практических работ, что позволяет студентам ознакомиться с методами исследований эксплуатационных свойств конструкционных материалов после различных видов и режимов технологической обработки.

Практические занятия по дисциплине направлены на ознакомление с механическими характеристиками основных конструктивных материалов и участие в проектировании деталей, механизмов, агрегатов производственного оборудования.

Рабочая программа дисциплины «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины (модуля) ««Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования»» направлен на формирование

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-1, ОПК-2;

б) профессиональных компетенций (ПК): ПК-15, ПК-23 в соответствии с ОП ВО ВО по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность показана в табл. 1.

**Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b><i>ОПК-1 - Способность структурировать знания, готовность к решению сложных и проблемных вопросов</i></b>					
Государственное управление в техносфере			✓		
Моделирование производственных процессов в химической отрасли				✓	
Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности			✓		
Воздействие на окружающую среду энергетических установок	✓				
Аудит безопасности опасных производственных объектов	✓				
<b>Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования</b>		✓			
Управление системами безопасности технологических процессов и производств		✓			
Подготовка и защита ВКР					✓
<b><i>ОПК-2 - Способность генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать</i></b>					
Государственное управление в техносфере			✓		
Производственная безопасность		✓	✓		
<b>Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования</b>		✓			
Подготовка и защита ВКР					✓

**ПК-15 - Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях**

Токсикология в химическом производстве					
Экспертиза и мониторинг производственной безопасности			✓		
Экологическая безопасность промышленных предприятий	✓				
Защита при чрезвычайных ситуациях	✓				
<b>Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования</b>		✓			
Управление системами безопасности технологических процессов и производств		✓			
Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков		✓			
Практика по получению профессиональных умений и опыта организационно-управленческой деятельности				✓	
Преддипломная практика					✓
Подготовка и защита ВКР					✓

**ПК-23 - Способность проводить экспертизу безопасности объекта, сертификацию изделий машин, материалов на безопасность**

Воздействие на окружающую среду энергетических установок	✓				
Аудит безопасности опасных производственных объектов	✓				
<b>Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования</b>		✓			
Управление системами безопасности технологических процессов и производств		✓			
Средства и методы контроля производственной среды		✓			
Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков		✓			
Практика по получению профессиональных умений и опыта экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской деятельности					✓

Преддипломная практика					✓
Подготовка и защита ВКР					✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

**Трудовая функция**

- С/01.7 - Определение целей и задач (политики), процессов управления охраной труда и оценка эффективности системы управления охраной труда
- С/02.7 - Распределение полномочий, ответственности, обязанностей по вопросам охраны труда и обоснование ресурсного обеспечения.

Профессиональный стандарт «Специалист в области охраны труда» код 40.054.

Тип/вид профессиональной деятельности: организационно-управленческий; экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
				Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способность структурировать знания, готовность к решению сложных и проблемных вопросов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные научно-технические проблемы эксплуатационной долговечности оборудования</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-анализировать причины неполадок, отказов и аварий на производственном оборудовании и в технологических циклах;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по устранению дефектов и повышению надежности и безопасности работы оборудования</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения сложных и проблемных вопросов;</li> <li>- навыками деятельности в нестандартных ситуациях;</li> </ul>	<p>Вопросы для письменного опроса. Контрольные вопросы по практическим работам</p>	<p>Реферат, Контрольная работа. Контрольные вопросы. Вопросы для письменного опроса.</p>
ОПК-2. Способность генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы повышения и прогнозирования эксплуатационной долговечности металлических материалов и оборудования</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать мероприятия по устранению дефектов и повышению надежности и безопасности работы оборудования</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками целенаправленной реализации новых идей.</li> </ul>		

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-15. Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях	<p><b>Знать:</b> национальные, межгосударственные и основные международные стандарты по вопросам управления охраной труда, системы сертификации в сфере охраны труда; - принципы и методы программно-целевого планирования и организации мероприятий по охране труда; - лучшие отечественные и зарубежные практики в области управления охраной труда</p> <p><b>Уметь:</b> - принимать решения по взаимодействию с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, РСЧС в случае возникновения аварийных ситуаций и ЧС в техносфере;</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками проведения и обработки экспериментальных исследований прочностных эксплуатационных свойств металлоконструкций и оборудования; - навыками решения конкретных задач обеспечения эксплуатационной долговечности металлоизделий и производственного оборудования.</p>		

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-23. Способность проводить экспертизу безопасности объекта, сертификацию изделий машин, материалов на безопасность	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные научно-технические проблемы эксплуатационной долговечности оборудования;</li> <li>- существующие методы исследования свойств конструкционных материалов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать мероприятия по устранению дефектов и повышению надежности и безопасности работы оборудования</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения и обработки экспериментальных исследований прочностных эксплуатационных свойств металлоконструкций и оборудования;</li> <li>- навыками решения конкретных задач обеспечения эксплуатационной долговечности металлоизделий и производственного оборудования</li> </ul>		

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

*Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>2 сем</b>
<b>Формат изучения дисциплины</b>		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	<b>18</b>	<b>18</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>6</b>	<b>6</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	<b>12</b>	<b>12</b>
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	<b>5</b>	<b>5</b>
контрольная работа (КР/КП), реферат (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
KCP (Контролируемая самостоятельная работа)	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>81</b>	<b>81</b>
реферат (подготовка)	<b>15</b>	<b>15</b>
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	<b>15</b>	<b>15</b>
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>51</b>	<b>51</b>
Подготовка к зачету (контроль)	<b>4</b>	<b>4</b>

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час										
<b>Раздел 1</b>												
ОПК-1,2 ПК-15, 23	<b>Тема 1.1</b> Оценка работоспособности металла в различных условиях нагружения. Недостатки оценки влияния различных факторов на эксплуатационные свойства конструкционных материалов в готовом изделии лишь по результатам натурных испытаний.	0,2			3,5	чтение основной и доп. литературы						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				3,5	чтение основной и доп. литературы						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	0,2			7,0							
<b>Раздел 2</b>												
ОПК-1,2 ПК-15, 23	<b>Тема 2.1.</b> Статическое растяжение. Основные термины и определения.					чтение основной и доп. литературы						
	<b>Тема 2.2</b> Усталостные испытания. Параметры и формы циклов при усталостном нагружении. Оборудование для усталостных испытаний. Развитие процесса усталостного разрушения. Кривые циклического упрочнения (разупрочнения). Фрактография усталостных изломов. Материалы образцов и их обработка.	0,5				чтение основной и доп. литературы						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<b>Тема 2.3.</b> Конструкционные материалы в автомобилестроении. Микроструктура, шероховатость, микротвердость и остаточные напряжения образцов. Приготовление шлифов и изучение микроструктуры с различным увеличением.	0,5			3,5	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 2.4.</b> Определение необходимого объема серии образцов. Вероятность ошибки первого и второго рода.	0,5			3,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Практическое занятие №1</b> Построение кривых усталости и вероятностных кривых распределения циклической долговечности			2,5									
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>				6,6								
	<b>Итого по 2 разделу</b>	1,5		2,5	6,6								
ОПК-1,2 ПК-15, 23	<b>Раздел 3</b>												
	<b>Тема 3.1.</b> Вычисление ошибки определения амплитуды напряжения плоских и цилиндрических образцов.				3,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 3.2.</b> Построение кривых усталости.	0,2			3,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 3.3.</b> Построение вероятности кривых распределения циклической долговечности с использованием методов математической статистики.	0,4			3,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Практическое занятие №2</b> Построение вероятностных кривых распределения циклической долговечности			2,5									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
		Самостоятельная работа студентов (СРС), час										
	<b>Практическое занятие №3</b> Математическое планирование экспериментов и оценка точности определения напряжений				2,5							
	<b>Практическое занятие №4</b> Построение кривой упрочнения при статическом нагружении				2,5							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>					9,3						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	0,6		7,5	9,3							
ОПК-1,2 ПК-15, 23	<b>Раздел 4</b>											
	<b>Тема 4.1.</b> Условный предел прочности. Условный предел текучести. Истинный предел текучести. Общее относительное удлинение. Общее относительное сужение. Равномерное удлинение. Схема диаграммы растяжения. Стандартные образцы. Уравнение Холломона. Показатель деформационного упрочнения. Сварные образцы.	0,5			7,2	чтение основной и доп. литературы						
	<b>Тема 4.2.</b> Структура и механические свойства конструкционных материалов.	0,3			6,1	чтение основной и доп. литературы						
	<b>Практическое занятие №5</b> Прогнозирование коррозионной долговечности пластически деформированных металлических материалов				2							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>				13,3	чтение основной и доп. литературы						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	0,8		2	13,3							
ОПК-1,2	<b>Раздел 5</b>											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
ПК-15, 23	<b>Тема 5.1.</b> Построение кривых изменения текущего прогиба.	0,2			3,3	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 5.2.</b> Определение скорости роста трещин и построение кинетических диаграмм усталостного разрушения (КДУР). Уравнение Пэриса-Эрдогана.	0,2			5,4	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 5.3.</b> Усталостные испытания плоских (цельных и сварных) и цилиндрических образцов при комнатной температуре (на воздухе и в коррозионной среде), при криогенных и повышенных температурах.	0,2			3,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 5.4.</b> Влияние технологии обработки на циклическую структурную повреждаемость и сопротивление усталости цельных и сварных металлических материалов при комнатной температуре на воздухе.	0,4			3,3	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 5.5.</b> Влияние технологии обработки на циклическую структурную повреждаемость и сопротивление усталости цельных и сварных металлических материалов при комнатной температуре в коррозионной среде	0,3			5,3	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 5.6.</b> Влияние технологии обработки на циклическую структурную повреждаемость и сопротивление усталости цельных и сварных металлических материалов при криогенных и повышенных температурах.	0,5			5,5	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>				25,9								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	<b>Итого по 5 разделу</b>	1,8			25,9								
<b>Раздел 6</b>													
ОПК-1,2 ПК-15, 23	<b>Тема 6.1.</b> Эффект предварительного упрочнения на циклическую долговечность при комнатной (на воздухе и в коррозионной среде), криогенных и повышенных температурах конструкционных материалов. Контролирующие механизмы.	0,2			4,7	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 6.2.</b> Теоретическая оценка эффективности предварительного упрочнения на циклическую долговечность до зарождения усталостных трещин и скорость ее последующего роста.	0,3			5,1	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 6.3.</b> Экспериментальные зависимости, подтверждающие теоретические выводы и позволяющие повысить эксплуатационные свойства деталей и прогнозировать сопротивление коррозионно-усталостному разрушению упрочненных материалов.	0,4			4,8	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Тема 6.4.</b> Примеры внедрения результатов исследований	0,2			4,3	чтение основной и доп. литературы							
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:</b>				18,9								
	<b>Итого по бразделу</b>	1,1			18,9								
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>81</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторны е работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>81</b>								

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, практические и контрольные работы.

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **5.1.1 Тесты, проводимые в письменной или электронной форме.**

Типовой контрольный тест показан в таблице 5.

**Таблица 5 - Пример контрольного теста**

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание теста</b>	<b>Возможные ответы</b>
1	Какие факторы определяют надежность работы производственного оборудования	<ul style="list-style-type: none"><li>– безотказность работы;</li><li>– долговечность эксплуатации;</li><li>– наличие токсичных и взрывоопасных веществ в производственном помещении;</li><li>– ремонтопригодность оборудования;</li><li>– сохранность оборудования;</li><li>– микроклимат в помещении и внешние погодные условия;</li><li>– действие вибрации от рядом расположенных машин.</li></ul>
2	Назовите признаки вязкого разрушения	<ul style="list-style-type: none"><li>– доля пластической деформации мала;</li><li>– доля пластической деформации велика;</li><li>– доля пластической деформации отсутствует.</li></ul>
3	Какой излом при хрупком разрушении	<ul style="list-style-type: none"><li>– волокнистый;</li><li>– кристаллический;</li><li>– матовый;</li><li>– блестящий.</li></ul>
4	Назовите стадии упрочнения монокристаллов	<ul style="list-style-type: none"><li>– легкое скольжение, линейное упрочнение, параболическое упрочнение;</li><li>– линейное упрочнение, легкое скольжение, параболическое упрочнение;</li><li>– параболическое упрочнение, линейное упрочнение, легкое скольжение;</li></ul>
5	Периоды статического разрушения поликристаллических материалов	<ul style="list-style-type: none"><li>– подготовительный период, основной период, окончательный период;</li><li>– период зарождения трещины, период распространения трещины;</li><li>– инкубационный период, прогрессирующий период, период стабилизации, окончательный период.</li></ul>
6	Усталостный излом	<ul style="list-style-type: none"><li>– процесс разрушения при усталости;</li><li>– часть поверхности разрушения образца (изделия);</li><li>– поверхность раздела, возникающая в завершающей стадии разрушения из-за недостатка прочности сечения по трещине.</li></ul>
7	База испытаний	<ul style="list-style-type: none"><li>– используемое для усталостных испытаний оборудование;</li><li>– предварительно задаваемая наибольшая продолжительность испытаний на усталость;</li><li>– совокупность испытательного оборудования, исследуемых материалов и квалифицированного исследователя.</li></ul>
8	На каких образцах проводят стандартные испытания на усталость	<ul style="list-style-type: none"><li>– на овальных и круглых;</li><li>– на коротких и длинных;</li><li>– на образцах круглого и прямоугольного сечения;</li><li>– на гладких образцах.</li></ul>
9	Что значит воздействие на образец силой с контролируемой деформацией	<ul style="list-style-type: none"><li>– воздействие силой с постоянной амплитудой;</li><li>– воздействие силой с регулируемой амплитудой;</li><li>– воздействие силой с непостоянной амплитудой.</li></ul>

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание теста</b>	<b>Возможные ответы</b>
10	Крива Веллера, это ...	– графическое изображение кривой в координатах «напряжение цикла – долговечность»; – графическое изображение кривой в координатах «длговечность – напряжение цикла»; – кривая зависимости напряжения от нагрузки.
11	Чем являются кривые циклического упрочнения (разупрочнения)	– параметрами прочностных расчетов; – характеристикой поведения материалов при усталости; – показателем устойчивости материала при испытании; – стандартной характеристикой конструкционных материалов.
12	Расшифруйте КДУР	– качественная динамика усталостного разрушения; – кинетические данные упрочняющей работы; – кинетические диаграммы усталостного разрушения; – коэффициент динамически упрочняющей релаксации.

### **5.1.2 Комплект оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации в форме зачета, включает в себя:**

Вопросы, требующие устного или письменного ответа по разделам обучения

1. Что такое деформация?
2. Виды статических испытаний?
3. Стадийность процесса статического растяжения.
4. Что такое усталость?
5. Что такое усталостный излом, долом?
6. Малоцикловая усталость.
7. Многоцикловая усталость.
8. База испытаний.
9. Цикл напряжений (деформаций).
10. Амплитуда напряжений (деформаций).
11. Циклическая долговечность.
12. Кривая усталости.
13. Предел ограниченной выносливости.
14. Кривая распределения долговечности.
15. Формы и параметры циклов при усталости.
16. Образцы и схемы циклического нагружения.
17. Оборудование для усталостных испытаний.
18. Развитие процесса усталостного разрушения.
19. Фрактография усталостных изломов.
20. Чем обуславливается выбор вида и материалов образцов?
21. Режимы обработки образцов.
22. Механические свойства металлов.
23. Как определяется истинная деформация образцов?
24. Как определяется скорость деформации образцов?
25. Математическое планирование экспериментов.
26. Статистический анализ результатов экспериментов.
27. Механические свойства при статическом растяжении.
28. Диаграмма растяжения металла.
29. Уравнение Холломона.
30. Показатель деформационного упрочнения и его определение.
31. Схема кривой изменения текущего прогиба при усталости.
32. Оптическое наблюдение изменения структуры поверхности образца при усталости.
33. Характерные зоны усталостного излома.

34. Тарировочные кривые для определения уровня циклических напряжений.
35. Влияние степени предварительной пластической деформации на структуру и механические свойства металлов и сплавов.
36. Влияние объемной пластической деформации на структуру и механические характеристики сварных соединений.
37. Влияние поверхностной обработки на структуру и механические характеристики сварных соединений.
38. Влияние предварительной пластической деформации на кривые упрочнения при статическом растяжении.
39. Влияние предварительной пластической деформации на величину показателя степени в уравнении кривой деформационного упрочнения при статическом растяжении.
40. Схема изменения кривой текущего прогиба.
41. Оптическое наблюдение изменения поверхности образца в процессе усталостного нагружения.
42. Кривые прогиба отожженных материалов на примере меди М1.
43. Кривые прогиба деформированных материалов на примере латуни Л63.
44. Развитие повреждаемости в процессе усталости поверхности отожженных материалов на примере меди М1.
45. Развитие повреждаемости в процессе усталости поверхности деформированных материалов на примере латуни Л63.
46. Особенности усталостного разрушения металлов и сплавов при температурах, отличных от комнатной.
47. Особенности усталостного разрушения металлов и сплавов в присутствии коррозионной среды.
48. Влияние коррозии на кривые усталости.
49. Влияние структуры материалов на сопротивление коррозионной усталости.
50. Влияние степени предварительной деформации на циклическую долговечность металлических материалов на воздухе при комнатной температуре.
51. Влияние скорости объемной пластической деформации на долговечность металлов и сплавов при комнатной температуре.
52. 13. Виды ППД.
53. Факторы, влияющие на изменение сопротивления усталостному разрушению металлических материалов.
54. Что понимается под «белым слоем».
55. Наиболее слабое место в сварных соединениях.
56. Какие остаточные напряжения в сварных соединениях считаются «вредными»?
57. Что такое «переходная зона» в сварном соединении?
58. Влияние температуры испытания на циклическую долговечность металлов и сплавов.
59. Влияние степени предварительной пластической деформации на циклическую долговечность материалов при пониженных температурах.
60. Влияние степени предварительной пластической деформации на циклическую долговечность материалов при повышенных температурах.
61. Прогнозирование циклической долговечности объемно деформированных металлов и сплавов при комнатной температуре.
62. Прогнозирование циклической долговечности металлов и сплавов при комнатной температуре после ППД.
63. Сопоставление эффекта объемной деформации с ППД на эксплуатационную долговечность металлических материалов.
64. Прогнозирование циклической долговечности в коррозионной среде (3%-ный водный раствор морской соли) штампованных металлов и сплавов.
65. Оптимизация режимов обработки сварных титановых соединений с целью повышения эксплуатационной долговечности изделий.

66. Оптимизация режимов ППД с целью повышения циклической долговечности металлоизделий.
67. Зависимость эффекта предварительного деформирования на изменение предела выносливости металлических материалов при пониженных температурах от величины показателя степени деформационного упрочнения.
68. Зависимость эффекта предварительного деформирования на изменение предела выносливости металлических материалов при повышенных температурах от величины показателя степени деформационного упрочнения.
69. Зависимость эффекта предварительного деформирования на изменение циклической долговечности металлов и сплавов при пониженных температурах от величины показателя степени деформационного упрочнения.
70. Зависимость эффекта предварительного деформирования на изменение предела выносливости металлических материалов при повышенных температурах от величины показателя степени деформационного упрочнения.
71. Прогнозирование влияния предварительной деформации на долговечность при пониженных температурах штампованных изделий.
72. Прогнозирование влияния предварительной деформации на долговечность при повышенных температурах штампованных изделий.

## **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов и показана в таблице 6.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

***Таблица 6. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов***

Шкала оценивания	Текущий контроль	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается «зачет», «незачет».

Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания показаны в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
	<b>Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от максимальной рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-69% от максимальной рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от максимальной рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% от максимальной рейтинговой оценки контроля</b>
<p>ОПК-1. Способность структурировать знания, готовность к решению сложных и проблемных вопросов</p> <p>ОПК-2. Способность генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать</p> <p>ПК-15. Способность осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях</p> <p>ПК-23. Способность проводить экспертизу безопасности объекта, сертификацию изделий машин, материалов на безопасность</p>	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены современные основы организации производства, труда и управления персоналом при эксплуатации производственных объектов и оборудования, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение анализировать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении организацией производства, труда и эксплуатации производственных объектов и оборудования</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

<b>№</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
1	Пачурин Г.В., Горшкова Т.А., Шевченко С.М., Филиппов А.А. Структура и свойства неметаллических материалов: Учеб. пособие / Г.В. Пачурин [и др.]; под общ. ред. Г.В. Пачурина, Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 118 с. - (Гриф УМО)	8
2	Пачурин Г.В. Коррозионная долговечность изделий из деформационно-упрочненных металлов и сплавов: Учебное пособие. – 2-е изд., доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 160 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Гриф УМО)	5

### 6.2 Справочно-библиографическая литература

<b>№</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
1	Пачурин Г.В., Галкин В.В., Власов В.А., Меженин Н.А. Усталостное разрушение при разных температурах и долговечность штампованных металлоизделий: монография; - Н. Новгород, 2010. – 169 с.	6

2	Кудрявцев С.М., Пачурин Г.В., Соловьев Д.В., Власов В.А. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля: монография; - Н. Новгород, 2010. – 236 с.	11
3	Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Подготовка проката для высокопрочных болтов: Учебное пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. 176 с. – (Гриф УМО АМ)	1

### **Периодические издания:**

1. Журнал «Вестник машиностроения».
2. Журнал «Технология металлов».
3. Журнал «Автомобильный транспорт».
4. Журнал «Журнал автомобильных инженеров».
5. Журнал «Заготовительные производства в машиностроении».
6. Журнал «Известия вузов. Черная металлургия».
7. Журнал «Автомобильная промышленность».
8. Журнал «Заводская лаборатория».
9. Журнал «Ремонт. Восстановление. Модернизация».
10. Журнал «Тяжелое машиностроение».
11. Журнал «МиТОМ»
12. Журнал «Материаловедение».
13. Журнал «Физико-химическая механика материалов».
14. Журнал «Steel in Translation».
15. Журнал «Russian Engineering Research».

### **6.3 . Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических учебных занятий по данной дисциплине:

#### ***6.3.1 Методические указания, разработанные НГТУ***

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013г.

Дата обращения 23.09.2015.

2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.

3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

## **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>
3. Раздел «Легендарные книги» электронной библиотечной системы «Юрайт» - [https://urait.ru/news/2587.](https://urait.ru/news/2587)

## **7.2.Перечень информационных справочных систем**

В таблице 7 показан перечень электронных библиотечных систем, а в таблице 9 - перечень программного обеспечения

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	ИД Лань	<a href="https://lanbook.com/">https://lanbook.com/</a>
3	ЭБС Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

В табл. 8 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 8- Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
2	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети
3	Федеральный информационный фонд стандартов ФГУП «Стандартинформ»	доступ из локальной сети

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В табл.9 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе

Таблица 9 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	Консультант студента ИД Лань, ЭБС Лань	озвучка книг и увеличение шрифта
2		специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

*В таблице 12 перечислены:*

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

**Таблица 10 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование специальных помещений и помещений для прохождения практики</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для прохождения практики</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	№ 6354 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (кафедра «Производственная безопасность, экология и химия») (603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанско	1. Доска информационная – 1 шт. 2. Мультимедийный проектор EPSON EB-X18 – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Компьютер КЛОНДАЙК – 1 шт. 5. Набор учебно-наглядных пособий 6. Рабочее место студента - 18	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655) 3. Dr.web - с/н EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.2019

	шоссе, д.12)		
2	№ 6347 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (кафедра «Производственная безопасность, экология и химия») (603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанское шоссе, д.12)	1. Доска меловая – 1 шт. 2.Мультимедийный проектор Acer X113DLP – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Компьютер РС КЛОНДАЙК – 1 шт. 5. Рабочее место студента - 34 6. Рабочее место преподавателя - 1	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)  2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)  3 Dr.web - с/н EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.2019
3	№ 6351 - учебная аудитория - лаборатория по безопасности жизнедеятельности для проведения занятий семинарского типа. (кафедра «Производственная безопасность, экология и химия») (603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанское шоссе, д.12)	1. Доска меловая – 1 шт. 2. Плакаты по ГО и ЧС 3. Рабочее место преподавателя - 1 4. Рабочее место студента - 30	
4	№ 6350 - учебная аудитория - лаборатория безопасности жизнедеятельности для проведения занятий семинарского типа. (кафедра «Производственная безопасность, экология и химия») (603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанское шоссе, д.12)	Лабораторные стенды по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности": 1. Эффективность и качество освещения 2. Звукоизоляция и звукопоглощение 3. Исследование электробезопасности трехфазных сетей переменного тока напряжением до 1000 В 4. Защита от вибрации 5. Защитное заземление и зануление 6. Оборудование пожарной сигнализации и пожаротушения 7. Исследование микроклимата в производственных помещениях 8. Напряжение шага и напряжение прикосновения 9. Контроль изоляции в электроустановках. 10. Рабочее место студента - 30	
5	№ 6346 - учебная аудитория - лаборатория безопасности жизнедеятельности для проведения занятий семинарского типа. (кафедра	Лабораторные стенды по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности": 1. Эффективность и качество освещения 2. Звукоизоляция и звукопоглощение 3. Рабочее место студента - 24	

	<p>«Производственная безопасность, экология и химия»)</p> <p>(603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанское шоссе, д.12)</p>		
	<p>№ 2202 читальный зал НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов.</p> <p>(603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24Б)</p>	<p>1. Рабочие места, оснащенные переносным оборудованием (ноутбук HP – 21 шт.)</p> <p>2. ПК на базе Intel (R) CPU 2140, 1.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 160 ГБ HDD, монитор 17" – 1 шт.</p> <p>ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета</p>	<p>1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)</p> <p>2. ConsultantPlus(договор №033210002542100 0113 от 10.01.22)</p> <p>3. Техэксперт (Гражданско-правовой договор № 03321000254210001 12 от 28.12.2021г.)</p> <p>4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.)</p> <p>5. MicrosoftOffice 2007 (Номер лицензии - 44804588)</p> <p>6. ОС Microsoft Windows OEM - 21 шт.</p> <p>7 Dr.web - с/н EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.2019</p>
	<p>№ 6256 - помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>(603163, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, Казанское шоссе, д.12)</p>	<p>1. ПК на базе IntelDualcore 2.6 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 80 гб HDD, монитор 19" в составе локальной вычислительной сети, подключеной к сети Интернет - 1 шт.</p> <p>2. ПК на базе IntelCore i3 3.3 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 250 гб HDD, монитор 19" в составе локальной вычислительной сети, подключеной к сети Интернет - 3 шт.</p> <p>3. ПК на базе IntelCore 2 Duo 2.4 ГГц, 1.5 Гб ОЗУ, 160 гб HDD, монитор 19" в составе локальной вычислительной сети, подключеной к сети Интернет - 1 шт.</p> <p>4. ПК на базе IntelPentium 2.4 ГГц, 1 Гб ОЗУ, 250 гб HDD, монитор 19" в составе локальной вычислительной сети, подключеной к сети Интернет - 1 шт.</p> <p>5. Стеллаж для хранения - 1 шт.</p> <p>6. Рабочее место инженера - 5 шт.</p>	<p>1. Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);</p> <p>2. Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</p> <p>3. 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</p> <p>4. Dr.web - с/н</p>

			EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.20195. Microsoft Office 2007 (лицензия № 43178972).
--	--	--	--

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;
- проблемное обучение;
- разбор конкретных ситуаций и профессиональных задач.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с

установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. Конспект лекции в приложении 3.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях приведены в Приложении 1.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной

среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **10.5. Методические указания по выполнению контрольной работы**

Цель выполняемой контрольной работы: - получить специальные знания по выбранной теме. Основные задачи при выполнении контрольной работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Весь процесс написания контрольной работы разделяется на следующие этапы:

- выбор темы и составление предварительного плана работы;
- сбор научной информации, изучение литературы;
- анализ составных частей проблемы, изложение темы;
- обработка материала в целом.

Подготовка контрольной работы начинается с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может ограничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы. После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Задание к контрольной работе выдает преподаватель. Методические указания по выполнению контрольной работы приведены в Приложении 2.

## **10.6. Методические указания по подготовке и оформлению реферата**

Реферат представляет собой краткое изложение содержания тематической группы научных статей, материалов научных публикаций по проблеме эксплуатационной долговечности металлоконструкций и оборудования. Реферат не предполагает самостоятельного научного исследования и не требует определения позиции автора реферата. Тема индивидуального реферата для обучающегося согласуется с преподавателем. Главная задача, стоящая перед обучающимися при его написании, - научиться осуществлять подбор источников по теме, кратко излагать имеющиеся в литературе суждения по определенной проблеме, сравнивать различные точки зрения. Рефераты являются одной из основных форм самостоятельной работы студентов и средством контроля за усвоением учебного и нормативного материала в объеме, устанавливаемым программой.

Порядок подготовки к написанию реферата включает следующие этапы:

- 1.Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования:  
1.1 Выбор и формулировка темы.

Тема в концентрированном виде должна выражать содержание будущего текста, заключать проблему, скрытый вопрос.

- 1.2 Поиск источников.

Составить библиографию, используя систематический и электронный каталоги библиотеки, а также относящиеся к данной теме источники и литературу.

- 1.3 Работа обучающегося с несколькими источниками.

Выделить главное в тексте источника, определить их проблематику.

- 1.4 Систематизация материалов для написания текста реферата.

## 2. Написание текста реферата.

- составление подробного плана реферата.

Вопросы плана должны быть краткими, отражающими сущность того, что излагается в содержании. Рекомендуется брать не более двух или трех основных вопросов. Не следует перегружать план второстепенными вопросами.

- создание текста реферата.

Текст реферата должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью. В тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы.

При написании реферата не допускается дословное переписывание текстов из книг и Интернет, использование устаревшей литературы и подмену научно-аналитического стиля художественным.

Объем реферата должен составлять 20-25 страниц компьютерного текста, не считая приложений.

### Структура реферата:

#### 1) Титульный лист.

Титульный лист является первой страницей реферата и оформляется по указанию преподавателя

#### 2) Содержание.

После титульного листа на отдельной странице следует содержание: порядок расположения отдельных частей – подпункты должны иметь названия; номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

#### 3) Введение.

Автор обосновывает научную актуальность, практическую значимость, новизну темы, а также указывает цели и задачи, предмет объект и методы исследования.

#### 4) Основная часть.

Может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов). В тексте обязательны ссылки на первоисточники.

#### 5) Заключение.

Подводится итог проведенному исследованию, формулируются предложения и выводы автора, вытекающие из всей работы.

#### 6) Библиографический список.

Включаются работы, на которые сделаны ссылки в тексте.

#### 7) Приложения.

Включаются используемые в работе документы, таблицы, графики, схемы и др.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **11.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям:**

- Построение кривых усталости и вероятностных кривых распределения циклической долговечности
- Построение вероятностных кривых распределения циклической долговечности
- Математическое планирование экспериментов и оценка точности определения напряжений
- Построение кривой упрочнения при статическом нагружении

- Теоретические основы прогнозирования коррозионной долговечности пластически деформированных металлических материалов
- Вычисление ошибки определения амплитуды напряжения плоских и цилиндрических образцов.
- Усталостные испытания плоских и цилиндрических образцов.

### **11.1.2. Типовые тестовые задания**

- 1. Большая часть разрушений инженерных конструкций происходит из-за**  
1) усталости; 2) статической перегрузки; 3) явления ползучести
- 2. Работоспособность конструкционных материалов целесообразнее оценивать**  
1) по результатам натурных испытаний изделия; 2) по результатам испытаний образцов;  
3) по результатам экономического обоснования
- 3. Факторы, влияющие на сопротивление металлоизделий при циклическом нагружении**  
1) виды и режимы обработки; 2) температура; 3) среда испытания; 4) параметры цикла нагружения; 5) время года
- 4. Деформация, это изменение размеров и формы тела**  
1) в процессе операции точения детали; 2) под действием внешних приложенных сил;  
3) под действием различных физико-механических процессов в самом теле
- 5. Какие испытания материалов чаще применяются на практике**  
1) на статическое растяжение; 2) на сжатие; 3) на кручение; 4) на изгиб;
- 6. Выбор конструкционных материалов автомобилей предпочтителен для тех, у которых**  
1) большую часть ресурса материал работает с усталостной трещиной;  
2) меньшую часть ресурса материал работает с усталостной трещиной; 3) меньшая стоимость
- 7. Какие параметры определяют надежность работы производственного оборудования**  
1) безотказность работы; 2) наличие токсичных и взрывоопасных веществ в производственном помещении; 3) ремонтопригодность оборудования; 4) сохранность оборудования; 5) микроклимат в помещении и внешние погодные условия; 6) действие вибрации от рядом расположенных машин
- 8. Назовите признаки вязкого разрушения**  
1) доля пластической деформации мала; 2) доля пластической деформации велика; 3) доля пластической деформации отсутствует
- 9. Какой излом при хрупком разрушении**  
1) волокнистый; 2) кристаллический; 3) матовый; 4) блестящий
- 10. Когда трещина распространяется по телу зерна, это разрушение**  
1) транскриталлитное; 2) интеркристаллитное
- 11. Когда трещина распространяется по границам зерен, это разрушение**  
1) транскриталлитное; 2) интеркристаллитное
- 12. Чашечное микростроение излома характеризует разрушение**  
1) вязкое; 2) хрупкое 3) смешанное

**13.** Ручистое микростроение излома характеризует разрушение  
1) вязкое; 2) хрупкое 3) смешанное

**14.** Чашечное микростроение излома наблюдается на  
1) макроуровне; 2) оптическом уровне» 3) электронном уровне

**15.** Ручистое микростроение излома наблюдается на  
1) макроуровне; 2) оптическом уровне» 3) электронном уровне

**16.** Назовите стадии упрочнения монокристаллов  
1) легкое скольжение, линейное упрочнение, параболическое упрочнение; 2) линейное упрочнение, легкое скольжение, параболическое упрочнение; 3) параболическое упрочнение, линейное упрочнение, легкое скольжение

**17.** Периоды статического разрушения поликристаллических материалов  
1) подготовительный период, основной период, окончательный период; 2) период зарождения трещины, период распространения трещины; 3) инкубационный период, прогрессирующий период, период стабилизации, окончательный период

**18.** Усталостный излом

1) процесс разрушения при усталости; 2) часть поверхности разрушения образца (изделия);  
3) поверхность раздела, возникающая при усталостном разрушении объекта

**19.** Долом

1) часть усталостного излома, возникающая в завершающей стадии разрушения из-за недостатка прочности сечения по трещине; 2) окончательное разрушение объекта

**20.** База испытаний

1) используемое для усталостных испытаний оборудование; 2) предварительно задаваемая наибольшая продолжительность испытаний на усталость; 3) совокупность испытательного оборудования, исследуемых материалов и квалифицированного исследователя

**21.** Сопротивление усталости

1) свойство материала противостоять усталости; 2) свойство материала противостоять статическим нагрузкам; 3) потеря со временем свойств материала

**22.** Усталостная трещина

1) трещина в материале; 2) частичное разделение материала под действием переменных сил; 3) трещина определенного размера

**23.** Что значит воздействие на образец силой с контролируемой деформацией

1) воздействие силой с постоянной амплитудой; 2) воздействие силой с регулируемой амплитудой; 3) воздействие силой с непостоянной амплитудой

**24.** Предел выносливости

1) предельное допустимое напряжение данного материала; 2) максимальное по абсолютному значению напряжение цикла, при котором еще не происходит усталостное разрушение до базы испытания; 3) максимальное число циклов

**25.** Какие напряжения принято считать положительными

1) растяжения; 2) сжатия; 3) тангенциальные

**26.** Какие напряжения принято считать отрицательными  
1) растяжения; 2) сжатия; 3) тангенциальные

**27.** Форма и размеры концов образцов задаются  
1) инженером-конструктором; 2) условиями эксперимента; 3) конфигурацией захватных устройств испытательных машин

**28.** Какие машины для испытания образцов относятся к усталостному оборудованию  
1) на кручение; 2) на изгиб; 3) на сжатие; 4) на выдержку под статической нагрузкой

**29.** Кривая Веллера, это ...

1) графическое изображение кривой в координатах «напряжение цикла – долговечность»;  
2) графическое изображение кривой в координатах «напряжение цикла – число циклов»;  
3) кривая зависимости напряжения от нагрузки

**30.** По ГОСТ 52.502-79 «Методы испытания на усталость» допускается проводить испытания по «мягкой» схеме нагружения  
1) да; 2) нет

**31.** По ГОСТ 52.502-79 «Методы испытания на усталость» допускается проводить испытания по «жесткой» схеме нагружения  
1) да; 2) нет

**32.** Многоцикловая усталость, это когда

1) долговечность до  $5 \cdot 10^4$  циклов; 2) долговечность выше  $5 \cdot 10^4$  циклов; 3) усталостная трещина достигает максимальной длины

**33.** Малоцикловая усталость, это когда

1) долговечность до  $5 \cdot 10^4$  циклов; 2) долговечность выше  $5 \cdot 10^4$  циклов; 3) усталостная трещина аксимальной длины

**34.** Стандартная база испытаний при определении предела выносливости для материалов с ярко выраженным горизонтальным участком на кривой усталости  
1)  $10^6$  циклов; 2)  $10^7$  циклов; 3)  $10^8$  циклов

**35.** Стандартная база испытаний при определении предела выносливости для материалов без ярко выраженного горизонтального участка на кривой усталости  
1)  $10^6$  циклов; 2)  $10^7$  циклов; 3)  $10^8$  циклов

**36.** Для построения вероятностных кривых распределения циклической долговечности серия образцов испытывается

1) при минимальном напряжении; 2) при постоянном напряжении; 3) при максимальном напряжении

**37.** Для построения вероятностных кривых распределения циклической долговечности полученные результаты циклической долговечности располагаются  
1) в порядке возрастания; 2) в порядке убывания; 3) в порядке проведенного эксперимента

**38.** Чем являются кривые циклического упрочнения (разупрочнения)

1) параметрами прочностных расчетов; 2) характеристикой поведения материалов при усталости; 3) показателем устойчивости материала при испытании; 4) стандартной характеристикой конструкционных материалов

**39.** Расшифруйте КДУР

1) качественная динамика усталостного разрушения; 2) кинетические данные упрочняющей работы; 3) кинетические диаграммы усталостного разрушения; 4) коэффициент динамически упрочняющей релаксации

**40.** Уровни изучения фрактографии изломов

1) низший, средний, высший; 2) макроуровень, оптический с разным увеличением, электронный; 3) начальный, основной, окончательный

**41.** Что такое «вероятность ошибки первого рода»

1) вероятность отрицательной оценки более эффективной технологии; 2) вероятность положительной оценки менее эффективной технологии; 3) вероятность принятия ошибочного решения

**42.** Что такое «вероятность ошибки второго рода»

1) вероятность принятия ошибочного решения; 2) вероятность положительной оценки менее эффективной технологии; 3) вероятность отрицательной оценки более эффективной технологии

**43.** Вероятностные кривые распределения циклической долговечности, это...

1) кривые в координатах «вероятность разрушении - долговечность» образцов, испытанных при одном напряжении; 2) зависимость вероятности разрушения от долговечности; 3) кривые в координатах «вероятность разрушении - долговечность» образцов, испытанных при различных уровнях приложенного напряжения

**44.** Механические свойства, являющиеся характеристиками структурного состояния материала

1) предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение; 2) равномерное удлинение, условный предел текучести, предел прочности; 3) равномерное удлинение, показатель деформационного упрочнения

**45.** Что представляет из себя показатель степени в уравнении Холломона

1) показатель деформационного упрочнения; 2) показатель деформационного упрочнения; 3) показатель истинной деформации

**46.** С ростом степени предварительной деформации показатели пластичности

1) увеличиваются; 2) снижаются; 3) не изменяются

**47.** С ростом степени предварительной деформации предел текучести и прочности

1) возрастают; 2) уменьшаются; 3) не изменяются

**48.** У отожженных материалов кривая прогиба при усталости

1) сначала уменьшается, затем стабилизируется, а потом резко увеличивается; 2) сначала стабилизируется, а потом резко увеличивается; 3) сначала уменьшается, а потом резко увеличивается

**49.** У упрочненных материалов кривая прогиба при усталости

1) сначала уменьшается, затем стабилизируется, а потом резко увеличивается;

- 2) сначала увеличивается, затем стабилизируется, а потом снова резко увеличивается;
- 3) сначала стабилизируется, а потом резко увеличивается

**50.** С ростом температуры испытания циклическая долговечность материалов  
1) растет; 2) уменьшается; 3) не изменяется

**51.** Циклическая долговечность металлических материалов в коррозионной среде  
1) растет; 2) уменьшается; 3) не изменяется

**52.** Коррозионно-усталостное разрушение носит  
1) локальный характер; 2) точечный характер; 3) многоочаговый характер

**53.** С ростом скорости пластической деформации циклическая долговечность материалов  
1) растет; 2) уменьшается; 3) не изменяется

**54.** Наиболее слабым местом в сварном соединении является  
1) сам шов; 2) окколошовная зона; 3) зона термического влияния; 4) переходная зона;  
5) основной металл

**11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: *зачет по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования. Студент должен написать реферат на предложенную тему по дисциплине «Эксплуатационная долговечность металлоконструкций и оборудования» и выполнить контрольную работу.*

*Устно-письменная форма по экзаменационным билетам предполагается, как правило, для сдачи академической задолженности.*

**11.2.1 Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету**

1. Большая часть разрушений инженерных конструкций происходит из-за.....
2. Работоспособность конструкционных материалов целесообразнее оценивать.....
3. Факторы, влияющие на сопротивление металлоизделий при циклическом нагружении
4. Деформация, это изменение размеров и формы тела
5. Какие испытания материалов чаще применяются на практике
6. Выбор конструкционных материалов автомобилей предпочтителен для тех, у которых
7. Какие параметры определяют надежность работы производственного оборудования
8. Назовите признаки вязкого разрушения
9. Какой излом при хрупком разрушении
10. Когда трещина распространяется по телу зерна, это разрушение.....
11. Когда трещина распространяется по границам зерен, это разрушение
12. Чашечное микростроение излома характеризует разрушение
13. Ручистое микростроение излома характеризует разрушение
14. Чашечное микростроение излома наблюдается на
15. Ручистое микростроение излома наблюдается на
16. Назовите стадии упрочнения монокристаллов
17. Периоды статического разрушения поликристаллических материалов
18. Усталостный излом
19. Долом

- 20.** База испытаний
- 21.** Сопротивление усталости
- 22.** Усталостная трещина
- 23.** Что значит воздействие на образец силой с контролируемой деформацией
- 24.** Предел выносливости
- 25.** Какие напряжения принято считать положительными
- 26.** Какие напряжения принято считать отрицательными
- 27.** Форма и размеры концов образцов задаются
- 28.** Какие машины для испытания образцов относятся к усталостному оборудованию
- 29.** Кривая Веллера, это ...
- 30.** По ГОСТ 52.502-79 «Методы испытания на усталость» допускается проводить испытания по «мягкой» схеме нагружения
- 31.** По ГОСТ 52.502-79 «Методы испытания на усталость» допускается проводить испытания по «жесткой» схеме нагружения
- 32.** Многоцикловая усталость, это когда
- 33.** Малоцикловая усталость, это когда
- 34.** Стандартная база испытаний при определении предела выносливости для материалов с ярко выраженным горизонтальным участком на кривой усталости
- 35.** Стандартная база испытаний при определении предела выносливости для материалов без ярко выраженного горизонтального участка на кривой усталости
- 36.** Для построения вероятностных кривых распределения циклической долговечности серия образцов испытывается
- 37.** Для построения вероятностных кривых распределения циклической долговечности полученные результаты циклической долговечности располагаются
- 38.** Чем являются кривые циклического упрочнения (разупрочнения)
- 39.** Расшифруйте КДУР
- 40.** Уровни изучения фрактографии изломов
- 41.** Что такое «вероятность ошибки первого рода»
- 42.** Что такое «вероятность ошибки второго рода»
- 43.** Вероятностные кривые распределения циклической долговечности, это...
- 44.** Механические свойства, являющиеся характеристиками структурного состояния материала
- 45.** Что представляет из себя показатель степени в уравнении Холломона
- 46.** С ростом степени предварительной деформации показатели пластичности
- 47.** С ростом степени предварительной деформации предел текучести и прочности
- 48.** У отожженных материалов кривая прогиба при усталости
- 49.** У упрочненных материалов кривая прогиба при усталости
- 50.** С ростом температуры испытания циклическая долговечность материалов
- 51.** Циклическая долговечность металлических материалов в коррозионной среде
- 52.** Коррозионно-усталостное разрушение носит
- 53.** С ростом скорости пластической деформации циклическая долговечность материалов
- 54.** Наиболее слабым местом в сварном соединении является

Примерный итоговый тест показан в таблице 13.

**Таблица 13 - Примерный тест для итогового тестирования**

№ п/п	Содержание теста	Возможные ответы
1	Какие факторы определяют надежность работы производственного	- безотказность работы; - долговечность эксплуатации; - наличие токсичных и взрывоопасных веществ в производственном помещении;

	оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ремонтопригодность оборудования;</li> <li>- сохранность оборудования;</li> <li>- микроклимат в помещении и внешние погодные условия;</li> <li>- действие вибрации от рядом расположенных машин.</li> </ul>
2	Назовите признаки вязкого разрушения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- доля пластической деформации мала;</li> <li>- доля пластической деформации велика;</li> <li>- доля пластической деформации отсутствует.</li> </ul>
3	Какой излом при хрупком разрушении	<ul style="list-style-type: none"> <li>- волокнистый;</li> <li>- кристаллический;</li> <li>- матовый;</li> <li>- блестящий.</li> </ul>
4	Назовите стадии упрочнения монокристаллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- легкое скольжение, линейное упрочнение, параболическое упрочнение;</li> <li>- линейное упрочнение, легкое скольжение, параболическое упрочнение;</li> <li>- параболическое упрочнение, линейное упрочнение, легкое скольжение;</li> </ul>
5	Периоды статического разрушения поликристаллических материалов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовительный период, основной период, окончательный период;</li> <li>- период зарождения трещины, период распространения трещины;</li> <li>- инкубационный период, прогрессирующий период, период стабилизации, окончательный период.</li> </ul>
6	Усталостный излом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс разрушения при усталости;</li> <li>- часть поверхности разрушения образца (изделия);</li> <li>- поверхность раздела, возникающая в завершающей стадии разрушения из-за недостатка прочности сечения по трещине.</li> </ul>
7	База испытаний	<ul style="list-style-type: none"> <li>- используемое для усталостных испытаний оборудование;</li> <li>- предварительно задаваемая наибольшая продолжительность испытаний на усталость;</li> <li>- совокупность испытательного оборудования, исследуемых материалов и квалифицированного исследователя.</li> </ul>
8	На каких образцах проводят стандартные испытания на усталость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- на овальных и круглых;</li> <li>- на коротких и длинных;</li> <li>- на образцах круглого и прямоугольного сечения;</li> <li>- на гладких образцах.</li> </ul>
9	Что значит воздействие на образец силой с контролируемой деформацией	<ul style="list-style-type: none"> <li>- воздействие силой с постоянной амплитудой;</li> <li>- воздействие силой с регулируемой амплитудой;</li> <li>- воздействие силой с непостоянной амплитудой.</li> </ul>
10	Крива Веллера, это ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- графическое изображение кривой в координатах «напряжение цикла – долговечность»;</li> <li>- графическое изображение кривой в координатах «долговечность – напряжение цикла»;</li> <li>- кривая зависимости напряжения от нагрузки.</li> </ul>
11	Чем являются кривые циклического упрочнения (разупрочнения)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- параметрами прочностных расчетов;</li> <li>- характеристикой поведения материалов при усталости;</li> <li>- показателем устойчивости материала при испытании;</li> <li>- стандартной характеристикой конструкционных материалов.</li> </ul>
12	Расшифруйте КДУР	<ul style="list-style-type: none"> <li>- качественная динамика усталостного разрушения;</li> <li>- кинетические данные упрочняющей работы;</li> <li>- кинетические диаграммы усталостного разрушения;</li> <li>- коэффициент динамически упрочняющей релаксации.</li> </ul>
13	Уровни изучения фрактографии изломов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низший, средний, высший;</li> <li>- макроуровень, оптический с разным увеличением, электронный;</li> <li>- начальный, основной, окончательный.</li> </ul>
14	Что такое «вероятность ошибки первого рода»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность отрицательной оценки более эффективной технологии;</li> <li>- вероятность положительной оценки менее эффективной технологии;</li> <li>- вероятность принятия ошибочного решения.</li> </ul>
15	Что такое «вероятность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вероятность принятия ошибочного решения;</li> </ul>

	ошибки второго рода»	- вероятность положительной оценки менее эффективной технологии; - вероятность отрицательной оценки более эффективной технологии.
16	Вероятностные кривые распределения циклической долговечности, это...	- кривые в координатах «вероятность разрушении - долговечность» образцов, испытанных при одном напряжении; - зависимость вероятности разрушения от долговечности; - кривые в координатах «вероятность разрушении - долговечность» образцов, испытанных при различных уровнях приложенного напряжения.
17	Механические свойства, являющиеся характеристиками структурного состояния материала	- предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение; - равномерное удлинение, условный предел текучести, предел прочности; - равномерное удлинение, показатель деформационного упрочнения.
18	Кривые изменения текущего прогиба отражают...	- особенности кинетики усталостного повреждения материала; - прочностные параметры материала; - эксплуатационные характеристики.
19	Стадии изменения текущего прогиба при усталости отожженных образцов	- начальная стадия, конечная стадия; - стадия разупрочнения, стабилизации, упрочнения; - стадия быстрого упрочнения, стабилизации, разупрочнения; - подготовительная стадия, стадия развития, заключительная стадия.
20	Стадии изменения текущего прогиба при усталости упрочненных образцов	- подготовительная стадия, стадия развития, заключительная стадия; - стадия разупрочнения, стабилизации, упрочнения; - стадия разупрочнения, стабилизации, окончательного разупрочнения.
21	Характер зарождения коррозионно-усталостных трещин	- многоочаговый; - одноочаговый; - подповерхностный.
22	Что такое «Рыбий глаз»	- форма очага зарождения усталостной трещины в виде рыбьего глаза; - чешуйчатый характер усталостного излома; - расположение очага зарождения усталостной трещины под упрочненным слоем.
23	Наиболее слабое место сварного соединения	- сварной шов; - переходная зона; - основной металл.

### **Регламент проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования**

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
<b>54</b>	<b>12</b>	<b>20</b>

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО eLearningServer 4G ЭИОС НГТУ.

В ходе подготовки к промежуточной аттестации обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ в свободном для студентов доступе.

#### 11.2.2 Примерные темы индивидуальных рефератов:

1. Деформация ее виды, особенности и влияние на нее различных факторов;
2. Влияние вида, режима технологической обработки на сопротивление усталости конструкционных материалов в разных условиях эксплуатации;
3. Влияние вида, режима технологической обработки на сопротивление усталости конструкционных материалов в разных условиях эксплуатации;

4. Влияние вида, режима на сопротивление усталости конструкционных материалов в разных условиях эксплуатации;
5. Влияние вида, режима технологической обработки на сопротивление усталости конструкционных материалов в разных условиях эксплуатации;
6. Влияние скорости деформации, поверхностной пластической обработки на циклическую долговечность металлов в коррозионных средах

#### 11.2.3 Типовые задания к контрольной работе.

1. Провести расчет по данным испытаниям на усталость образцов из холоднокатаного сплава ЭИ-878-М1.
2. Провести расчет кривой усталости по методу наименьшего квадрата образцов из холоднокатаного сплава ЭИ-878-М1.
3. Построение кривых усталости и вероятностных кривых распределения циклической долговечности согласно варианта, предоставленного преподавателем.
4. Построения вероятностных кривых распределения циклической долговечности.
5. Математическое планирование экспериментов и оценка точности определения напряжений.
6. Построение кривой упрочнения при статическом нагружении.
7. Прогнозирование коррозионной долговечности пластически деформированных металлических материалов согласно варианта, предоставленного преподавателем.

**Так же оценочные средства размещены в Приложении 1 к РПД.**

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

## ОПК-1

1. Основные понятия малоциклической и многоциклической усталости материалов.
2. Более 80% видов разрушения инженерных конструкций носит усталостный характер. Необходимо знать в каких различных эксплуатационных средах исследуется действие циклических нагрузок на детали машин.
3. Произошла поломка детали машины. Был проведен лабораторный фрактографический анализ излома образца. В результате выявлена основная причина разрушения детали: хрупко - вязкое разрушение. Какова возможная причина разрушения детали?
4. Как определить амплитуду напряжения при симметричном консольном изгибе плоских образцов?
5. У каких металлов и сплавов наблюдается стадия циклического разупрочнения
6. Стадийность процесса статического разрушения
7. Произошла поломка детали машины. Был проведен лабораторный фрактографический анализ излома образца. В результате выявлена основная причина разрушения детали: хрупко - вязкое разрушение. Какие действия необходимо предпринять для исключения вероятности поломки детали?

## ОПК-2

1. Процессы пластической деформации, зарождения и распространения трещин характеризуют разрушение металлов при статическом нагружении. Перечислите основные стадии кинетики статического разрушения.
2. Присутствуют три основных стадии периода зарождения усталостных трещин: стадия циклической микротекучести, стадия циклической текучести и стадия циклического упрочнения. Чем завершается последняя стадия (стадия циклического упрочнения)?
3. На рис.1 и рис.2 представлена обычная синусоидальная кривая, характеризующая изменение напряжений  $\sigma$  во времени  $t$  при знакопеременной нагрузке асимметричного цикла  $sR$ . Характеристиками цикла в данном случае являются:  $s_{max}$ ,  $s_{min}$ ,  $s_m$ ,  $s_a$ ,  $T$ . Основные параметры цикла при циклическом нагружении показаны на рис. 1. и рис 2.

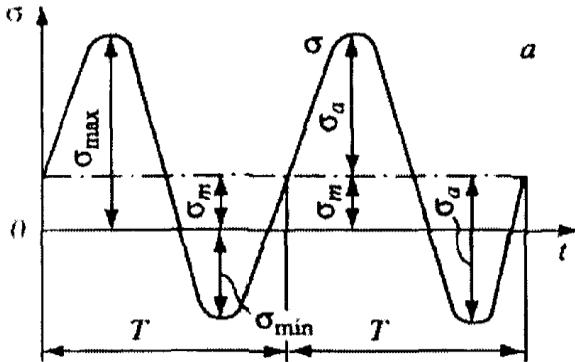


Рис.1.

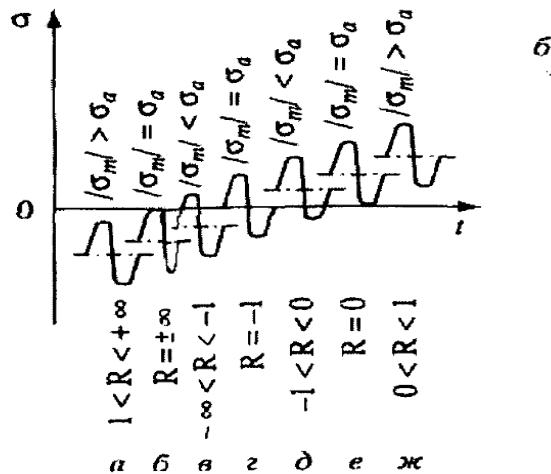


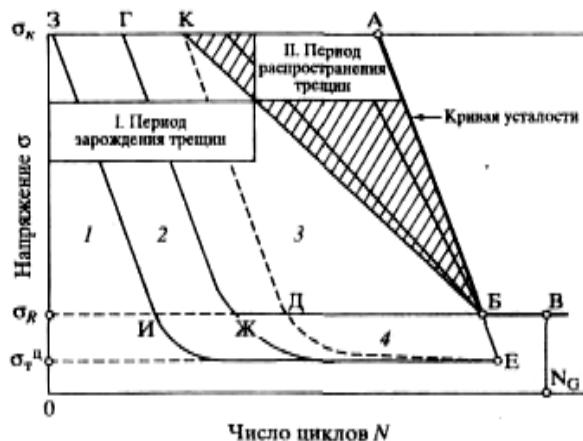
Рис.2.

Определить основные параметры циклов напряжений показанных на рисунках синусоидальных кривых:

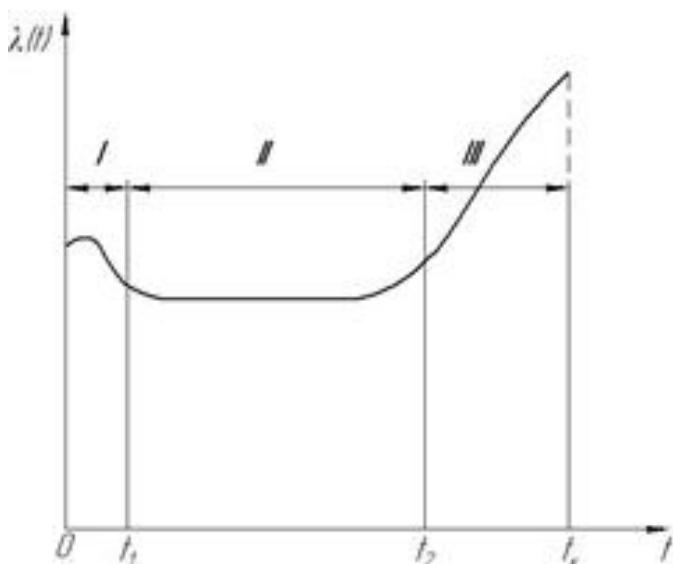
А- схема напряжений при асимметричном цикле.

Б - циклы напряжений и соответствующие им значения коэффициентов асимметрии цикла

4. На графике многоцикловой усталости определите участок расположения кинематические диаграммы усталостного разрушения (КДУР).



5. Для исследования механических свойств при статическом растяжении и закономерностей сопротивления усталостному разрушению в различных условиях нагружения металлические материалы предварительно подвергаются, в соответствии с поставленными задачами различным видам технологической обработки. Виды и режимы предварительной обработки металлических материалов определяются запросами производства или научными интересами исследователя. Назовите три основных вида технологической обработки конструкционных материалов:



На рисунке показана интенсивность отказов машины в процессе ее эксплуатации.

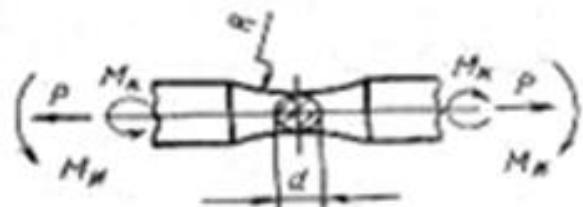
Назовите три основные периоды в процессе эксплуатации изделия.

6. Для усталостных испытаний используют специализированное оборудование  
Назовите его.

### ПК-15

1. Важнейшей характеристикой поведения материалов при циклическом нагружении являются кривые упрочнения. В зависимости от структурного состояния материала различают три типа циклического упрочнения (разупрочнения). Назовите эти типы.
2. Изломы малоцикловой усталости отличаются многоочаговностью и следствие этого близостью зоны долома к центру сечения образца, относительно малой длины усталостной трещины. По Я.Б.Фридману, на усталостном изломе можно выделить пять зон.
3. Испытания проводятся на гладких образцах круглого сечения двух типов и пря- прямоугольного сечения трех типов. Форма и размеры концов образцов задаются конфигурацией захватывающих устройств испытательных машин. Испытания образцов осуществляются по о по одной или нескольким схемам.  
Определить тип сечения образца

**Рабочая часть образца типа I**



Нужно назвать все зоны

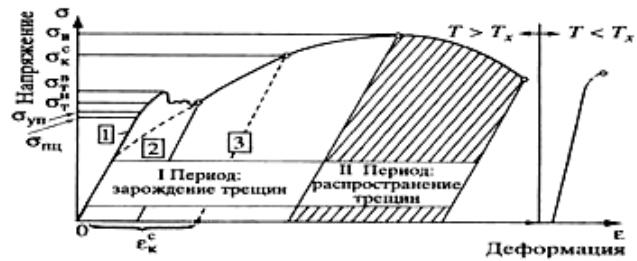
4. Определить степень сжатия образца ежк

Исходные данные:

- высота заготовки до сжатия ( $h_0$ ) -120 мм;
- высота заготовки после сжатия ( $h_1$ ) -60 мм

5. На обобщенной диаграмме статического растяжения металлических материалов выделяют три стадии. На данной кривой выделяются три стадии.

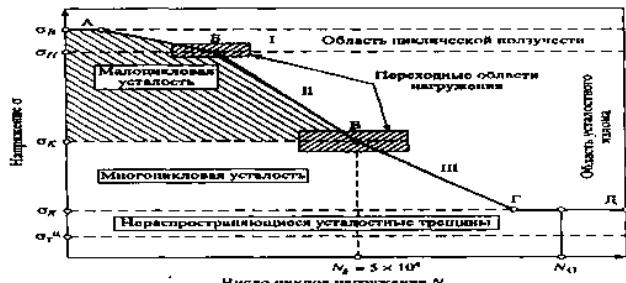
Дайте характеристику деформаций, которые протекают на стадии I



6. Деформация может быть вызвана не только действием внешних сил, но и различными физико-механическими процессами, возникающими в самом теле, например, изменением объема отдельных кристаллов при фазовых превращениях или вследствие температурного градиента. Что принято понимать под термином деформация?

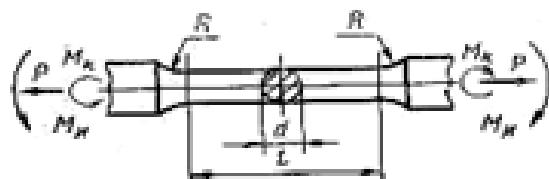
ПК-23

1. На рисунке представлена полная кривая усталости в диапазоне напряжений от предела прочности до предела выносливости (по В.Ф. Терентьеву). Она разделяется на две основные области – малоцикловой и многоцикловой усталости.



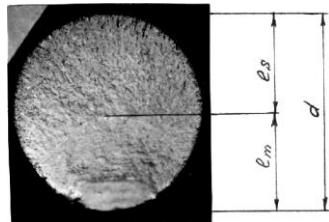
- Покажите на полной кривой усталости ломаную линию малоцикловой усталости, которая охватывает диапазон напряжений  $\sigma_B$  и  $\sigma_c$
2. Испытания могут проводиться на гладких образцах круглого сечения двух типов. Форма и размеры концов образцов задаются характеристиками захватывающих устройств испытательных машин. Назвать тип сечения образца для усталостных испытаний на машине на кручение, изгиб и сжатие

Рабочая часть образца типа II



3. Определить относительную степень сжатия образца  $\varepsilon_{\text{сж}}(\%)$ . Исходные данные: высота заготовки до сжатия ( $h_0$ ) - 50 мм; высота заготовки после сжатия ( $h_1$ ) - 40 мм
4. Значительная часть всех видов разрушений инженерных конструкций носят \_\_\_\_\_ характер, т.к. испытывают воздействие циклических нагрузок на воздухе при разных температурах и в присутствии коррозионной среды. Впишите определение характера разрушений.

5. Исследование поверхности усталостных изломов образцов осуществляется на оптических компараторах и электронных микроскопах с разрешением порядка 150 ангстрем. Качественные особенности фрактографии изломов показаны на фотографии х7.



Определение характерных зон усталостных изломов

Обозначение зоны излома фотографии: Ls, Lm, d.

Характерные зоны усталостного излома:

- А - суммарная величина чисто усталостной и переходной зон,
- Б - диаметр опасного сечения образца,
- В - зона хрупкого долома.

Укажите их соответствие.

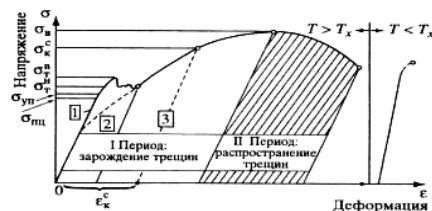
6. Характеристиками цикла при знакопеременной нагрузке являются:  $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_a$ , Т. Принято считать напряжения растяжения положительными, а напряжения сжатия отрицательными.

Зависимости цикла нагружения записаны в виде:

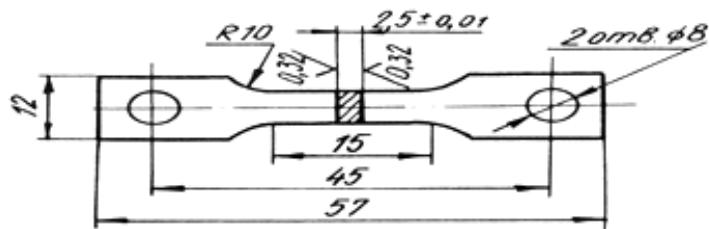
для среднего напряжения	$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2;$
для амплитуды напряжений	$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2;$

7. На обобщенной диаграмме статического растяжения металлических материалов выделяют три стадии. Причем каждой из этих стадий соответствует вполне определенное изменение структуры и ряда механических и физических свойств, что позволяет определять напряжение и соответствующую степень деформации, при достижении которых в металле возникает обратимая и необратимая повреждаемость.

Укажите стадию необратимой повреждаемости



8. Испытания на усталость проводятся на гладких образцах круглого сечения и плоских образцах прямоугольного сечения. На рисунке показан тип образца для усталостных испытаний на машине МП-2М по схеме чистого изгиба. Назовите тип показанного образца.



9. Произошла поломка металлической вращающейся оси приводного механизма. Проведен визуальный анализ излома детали. Была выявлена основная причина разрушения оси: вязкое разрушение.

Укажите возможные причины разрушения оси из предложенных ниже:

Поверхностный дефект заготовки оси	
Высокая нагрузка на деталь	