

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Направление/специальность подготовки	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Специализация/профиль/программа подготовки	Прогрессивные технологии и инновации в автоматизированном машиностроении
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	4	144	51	17	17	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО** \_\_\_\_\_  
**ВООРУЖЕНИЯ**

Петров Владимир Маркович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО  
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

ПК-3.2 — Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-2**

*знания:*

правовых основ обеспечения единства измерений, основных положений закона РФ об обеспечении единства измерений; структуры и функций метрологической службы предприятия; методик измерений, алгоритмов обработки многократных измерений; теоретических основ метрологии; основных понятий, связанных со средствами измерений, закономерностей формирования результата измерения, погрешностей и их источников; видов сопряжений в технике, отклонений, допусков и посадок;;

*умения:*

оценивать точность деталей, узлов и механизмов с использованием единой системы нормирования и стандартизации показателей точности, рядов значений геометрических параметров;;

*навыки:*

«читать» чертежи машиностроительных узлов, деталей и необходимую техническую документацию;.

## **ПК-3.2**

*знания:*

- основ теории надежности и технологической наследственности при изготовлении и эксплуатации изделий машиностроения;

- методик и программ испытаний изделий и элементов машиностроительного производства;

- методов оценки надежности технологических процессов сборки машин и изготовления типовых деталей;

- нормативно-технической документации в области надежности изделий машиностроения;

- методов математической статистики, теории вероятностей;;

*умения:*

- применять требования нормативно-технической документации в области надежности изделий машиностроения;

- разрабатывать мероприятия по обеспечению необходимой надежности элементов машиностроительных производств при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования;

- анализировать состояния и динамику функционирования машиностроительных производств и их элементов с использованием современных методов и средств;

- обосновывать реализуемость заданных требований к надежности изделий машиностроения;;

*навыки:*

- разработки (выбора) математических моделей для задания и нормирования требований надежности изделия машиностроения;

- выявления определяющих факторов в задаче нахождения рациональных уровней надежности изделия машиностроения и его составных частей;

- выполнения измерений, эталонами, применяемыми для калибровки средств измерений контроля показателей качества выпускаемой продукции;

- применения современных технологических методов обработки с целью повышения качества изделий;

- использования приборов, устройств и прикладных программ для диагностики технологических систем;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ СТАНКИ И РОБОТОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований
- ОПК-2 — Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
- ПК-3.5 — Способен осуществлять проектирование технологических процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий высокой сложности
- ПК-3.6 — Способен разрабатывать комплекс мер по обеспечению качества изделий высокой сложности в механосборочном производстве

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-2	ПК-3.2
5	10	Раздел 1. Механические испытания. 1.1 Общие понятия и определения в области механических испытаний 1.2 Статические методы испытаний 1.3 Твердость и методы ее определения 1.4 Динамические испытания 1.5 Циклические испытания 1.6 Жаропрочность.	40	10	6	0	4	30	30	30
5	10	Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибометрия. 2.1 Введение в предмет трибометрии. Методы испытания на трение и изнашивание 2.2 Основные трибометрические характеристики: сила трения, коэффициент трения, шум, вибрация, температура, износ. 2.3 Методы оценки силы и момента трения. 2.4 Силоизмерительные датчики: тензометрические, пьезоэлектрические, индукционные 2.5 Методы измерения температуры: термопары, терморезисторы, термисторы, бесконтактные методы. 2.6 Методы измерения износа. 2.7 Материаловедческие аспекты исследования трения и износа. 2.8 Микроскопия и профилометрические методы исследования топографии поверхностей 2.9 Современные методы анализа поверхностей.	60	27	6	13	8	33	40	40
5	10	Раздел 3. Трибодиагностика. 3.1 Основные понятия, термины и определения триботехнической диагностики . 3.2 Триботехническая диагностика и прогнозирование. 3.3 Современные методы трибодиагностики и их классификация. Акустические методы трибодиагностики, 3.4 Метод нейтронно-активационного анализа узлов трения. 3.5 Электрофизические методы трибодиагностики. 3.6 Оптические методы трибодиагностики. 3.7 Трибодиагностика с помощью метода седиментометрии.	44	14	5	4	5	30	30	30
Всего за 10 семестр			144	51	17	17	17	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	17	17	17	93	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Механические испытания.	Выбор средств измерения для контроля заданных физико-механических параметров деталей высокой сложности	4
2	Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибометрия.	Разработать техническое задание на проектирование специальных средств измерений при изготовлении детали	4
3		Указать средства технических измерений и контроля для каждой стадии технологического процесса получения отливок (штамповок)	4
4	Раздел 3. Трибодиагностика.	Система государственных испытаний продукции.	2
5		Перерасчет чисел твердости, определенных разными методами.	3
Всего за 10 семестр			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибометрия.	Методики и оборудование для триботехнических испытаний материалов	2
2		Изучение изменений микрогеометрии в процессе контактного взаимодействия и ее влияния на параметры трения	4
3		Закономерности трения качения твердых тел	4
4		Влияние режимов нагружения на коэффициент трения	3

		твердых тел	
5	Раздел 3. Трибодиагностика.	Изучение изнашивания твердых тел закрепленным и свободным абразивом	2
6		Оценка триботехнических свойств смазочных материалов	2
Всего за 10 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Механические испытания.	Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	15
2		Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	15
3	Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибометрия.	Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	17
4		Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	16
5	Раздел 3. Трибодиагностика.	Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	15
6		Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	15
Всего за 10 семестр			93

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10		Отч. по ПЗ, ТекК	Отч. по ПЗ, ТекК	Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР, ТекК	Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР, ТекК	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР	ДР	ТекК, Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР	ТекК	ТекК, Отч. по ПЗ, Отч. по ЛР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. К. М. Иванов, Н. А. Бунина, А. А. Митюшов. . Механические и технологические свойства и испытания материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 5 экз.
2. Н. Н. Дмитриев. . Движение систем с трением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
3. П. Н. Хопин, С. В. Шишкин. . Трибология. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Х. Бегларян. . Механические испытания приборов и аппаратов. М.: Машиностроение, 1980, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Датчики и системы;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Естественные и технические науки.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

не требуется.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Инструментальные измерительные микроскопы;
3. Микро-твердомер ПМТ-3;
4. Приборы для измерения твердости по Бринеллю и Роквеллу;
5. Микrometer;
6. Испытательная машина Shimadzu AGX-100 с номинальной силой 100 кН;
7. Коллекции шлифов деформируемых сталей и сплавов.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

ПК-3.2 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с Формирование у студентов знаний и умений , необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации современных испытательных стендов и измерительных установок и систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Механические испытания.</b>		
Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	В. Х. Бегларян. . Механические испытания приборов и аппаратов: М.: Машиностроение, 1980 (1,2)	15
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	К. М. Иванов, Н. А. Бунина, А. А. Митюшов. . Механические и технологические свойства и испытания материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,2)	15
Итого по разделу 1		30
<b>Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибometрия.</b>		
Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	П. Н. Хопин, С. В. Шишкин. . Трибология: Москва: Юрайт, 2023 (1,2) . Материаловедение и трибология: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2)	17
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	Н. Н. Дмитриев. . Движение систем с трением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2) К. М. Иванов, Н. А. Бунина, А. А. Митюшов. . Механические и технологические свойства и испытания материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1,2) В. Х. Бегларян. . Механические испытания приборов и аппаратов: М.: Машиностроение, 1980 (1,2)	16
Итого по разделу 2		33
<b>Раздел 3. Трибодиагностика.</b>		
Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.	П. Н. Хопин, С. В. Шишкин. . Трибология: Москва: Юрайт, 2023 (1,2,3)	15
Подготовка к лекциям. Подготовка к лабораторным занятиям.	. Материаловедение и трибология: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2,3)	15
Итого по разделу 3		30

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение отчета;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках) и т.п.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений.

Шкала оценивания:

Если все требования к выполнению лабораторной работы, оформлению отчета и защите выполнены, то ставится оценка «сдано». Во всех других случаях ставится оценка «не сдано».

При успешной сдаче отчетов практических работ ставится допуск к экзамену

#### Вопросы для текущего контроля

Перечень вопросов для текущего контроля по ссылке:

Шкала оценивания:

- количество правильных ответов до 80 % - оценка «не зачтено»
- количество правильных ответов от 80 до 100 % - оценка «зачтено»

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение отчета;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках) и т.п.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений.

Шкала оценивания:

Если все требования к выполнению лабораторной работы, оформлению отчета и защите выполнены, то ставится оценка «сдано». Во всех других случаях ставится оценка «не сдано».

### **Вопросы к экзамену**

1. Какие методы измерения коэффициента трения и износа наиболее часто применяются в триботехнике?
2. Какие машины трения Вы знаете?
3. Чем отличаются лабораторные испытания от стендовых и эксплуатационных?
4. Назовите схемы контактирования элементов пары трения и реальные узлы машин, в которых они могут быть реализованы.
5. Какими параметрами характеризуется шероховатость поверхности по ГОСТ 2789–73?
6. Как проводят среднюю линию профиля?
7. Как строится опорная кривая профиля поверхности?
8. Какой должна быть опорная кривая профиля поверхности, обеспечивающая наименьшие контактные напряжения при соприкосновении с гладкой плоскостью?
9. Дайте определение нормальной, контурной и фактической площадей контакта. Какие существуют экспериментальные методы их определения?
10. Как влияют параметры шероховатости на коэффициент трения?
11. Предложите и обоснуйте способ расчета величины износа по изменению шероховатости контактирующих поверхностей.
12. Почему цилиндр катится по плоскости, а не скользит?
13. Как влияет изменение модуля упругости сопрягаемых тел на сопротивление качению? Какими причинами обусловлено это влияние?
14. В каких случаях введение смазки в зону трения снижает коэффициент трения качения? Почему?
15. После многократного качения шара по одной и той же дорожке трения коэффициент сопротивления качению уменьшается. Почему?
16. Какая из пар трения (металл–металл, металл–полимер, полимер–полимер) по фрикционным характеристикам более чувствительна к изменению  $k_{вз}$ ?
17. В каком случае возможен подъем? После достижения минимума?
18. Посредством каких факторов оказывает влияние температура в зоне контакта на коэффициент трения?
19. Стальной ползун движется возвратно-поступательно с низкой скоростью по поверхности полимерной направляющей. Контакт вязкоупругий. Какие участки дорожки трения направляющей будут изнашиваться интенсивнее? Почему?
20. Какие механизмы абразивного изнашивания вам известны?
21. Назовите основные виды абразивного изнашивания.
22. Изобразите графически зависимость интенсивности абразивного изнашивания металлов и полимеров от их твердости.
23. Изобразите графически зависимость интенсивности абразивного изнашивания от режимов фрикционного нагружения.
24. Для каких трибосопряжений характерно контактно абразивное изнашивание свободными частицами?
25. Опишите механизм абразивного изнашивания твердого материала при тяжелых режимах нагружения.
26. Какова зависимость интенсивности изнашивания тел от размера частиц?
27. Какова особенность абразивного изнашивания эластомеров?
28. Укажите основные функции смазки в узлах трения.
29. Каковы преимущества и недостатки жидких смазок по сравнению с пластичными?
30. Перечислите физико-химические характеристики смазочных материалов.
31. Каково назначение присадок?
32. Каковы критерии выбора оптимальной смазки для работы в конкретных условиях?

### **Экзамен**

Обучающемуся не может быть выставлена оценка "отлично", "хорошо" или "удовлетворительно" если обучающийся не защитил курсовую работу.

На экзамене студенту задается три вопроса.

Шкала оценивания:

Оценка «отлично»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в

постановке научных и практических задач;

- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-2	ПК-3.2	
5	10	Раздел 1. Механические испытания.	40	10	6	0	4	30	30	30	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 2. Триботехнические испытания. Трибометрия.	60	27	6	13	8	33	40	40	Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 3. Трибодиагностика.	44	14	5	4	5	30	30	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Отчет по ЛР, Отчет по практическому заданию
Всего за 10 семестр			144	51	17	17	17	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	17	17	93	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

**ОПК-2 - Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

№	Понятие	Буква	Определение
1	Абразивный износ	А	Изнашивание в результате врезания твёрдых частиц
2	Адгезионный износ	В	Разрушение за счёт прилипания и отрыва элементов
3	Гидродинамическое трение	С	Трение при полном масляном клине
4	Эффект Ребиндера	Д	Адсорбционно-химическое понижение прочности поверхностей

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

№	Вид трения	Буква	Условие
1	Сухое трение	А	Отсутствие смазочного слоя
2	Граничная смазка	В	Тончайший ( $\leq 0,1$ мкм) слой масла на поверхности
3	Вязкопластическая смазка	С	Использование полимерных и пастоподобных смазок
4	Трение качения	Д	Контакт ролик–барабан под нагрузкой и вращением

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите правильную последовательность слоёв поверхностного слоя шлифованной детали из углеродистой стали от внешней поверхности к глубине:**

1. Адсорбированный граничный слой (плёнка газов, влаги и СОЖ)
2. Деформированный металл с обезуглероженными и окисленными участками
3. Слой сильно деформированных зерен цементита (структурно-свободный цементит)
4. Основной металл исходной кристаллической структуры

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность



**Установите последовательность этапов развития процесса трения согласно молекулярно-механической теории:**

1. Адгезионные взаимодействия между контактирующими микронеровностями
2. Рост адгезионных мостиков и образование сварных точек
3. Пластическая деформация поверхностных слоёв и формирование «третьего тела»
4. Обрыв адгезионных мостиков и унос частиц износа

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Вопрос: Какой показатель чаще всего используют для количественной оценки абразивного износа?

Глубина канавки

Объём удалённого материала

Шероховатость поверхности

Коэффициент трения

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Разработайте методику испытания на усталостный износ полимерных покрытий в условиях циклических нагрузок.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие факторы усиливают адгезионный износ металлических поверхностей?

Высокая температура контакта

Небольшая нагрузка

Большая скорость скольжения

Наличие окисных плёнок

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие методы измерения шероховатости применяются в лекции?

Контактный профилометр

Оптический 3D-сканер

Штангенциркуль

Визуальный контроль

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие типы износа рассмотрены в лекции 6?

Абразивный

Усталостный

Коррозионный

Полимерный

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Вопрос: Раскройте сущность эффекта Ребиндера и опишите, как адсорбционно-хемосорбционные слои влияют на трение и износ.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что из перечисленного является примером третьего тела в трибосистеме?

Смазочная плёнка

Частицы износа между поверхностями

Призматическая поверхность

Полировка абразивом

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой из параметров микрогеометрии поверхности, согласно ГОСТ 2789-73 и лекции, представляет собой среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля шероховатости от средней линии в пределах базовой длины?

1. Rz
2. Ra
3. Rmax
4. Шаг микронеровностей

**ПК-3.2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Раскройте сущность эффекта Ребиндера и опишите, как адсорбционно-хемосорбционные слои влияют на трение и износ.

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

№	Вид трения	Буква	Условие
1	Сухое трение	А	Отсутствие смазочного слоя
2	Граничная смазка	В	Тончайший ( $\leq 0,1$ мкм) слой масла на поверхности
3	Вязкопластическая смазка	С	Использование полимерных и пастоподобных смазок
4	Трение качения	Д	Контакт ролик–барабан под нагрузкой и вращением

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите правильную последовательность этапов формирования триботехнической плёнки при граничной смазке:**

1. Адсорбция молекул смазочной присадки на чистой металлической поверхности
2. Хемосорбционные и адсорбционные реакции присадки с активными центрами металла
3. Образование сплошного защитного слоя (третьего тела) на микронеровностях
4. Установление равновесного слоя и стабилизация коэффициента трения

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите правильную последовательность стадий процесса трения по молекулярно-механической теории:**

1. Формирование микроконтактов и адгезионных мостиков
  2. Хемосорбционно-адсорбционные реакции и образование первичных плёнок
  3. Пластическая деформация поверхностных слоёв и образование «третьего тела»
  4. Обрыв адгезионных мостиков и абразивный перенос частиц
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
: Разработайте методику испытания на усталостный износ полимерных покрытий в условиях циклических нагрузок.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что из перечисленного является примером третьего тела в трибосистеме?
1. Смазочная плёнка
  2. Частицы износа между поверхностями
  3. Призматическая поверхность
  4. Полировка абразивом
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой эффект наиболее характерен для остаточных температурных напряжений в поверхностном слое детали после шлифования?
1. Повышенная износостойкость
  2. Образование микротрещин
  3. Снижение твёрдости
  4. Увеличение пластичности
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие факторы усиливают адгезионный износ металлических поверхностей?
1. Высокая температура контакта
  2. Небольшая нагрузка
  3. Большая скорость скольжения
  4. Наличие окисных плёнок
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных средств относятся к средствам измерения шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73?
1. Контактный профилометр
  2. Штангенциркуль
  3. Лазерный интерферометр
  4. 3D-оптический сканер
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных параметров микрогеометрии поверхности относятся к высотным параметрам шероховатости по ГОСТ 2789-73?
1. Ra

2. Rz
3. Rsm
4. Sm

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Вопрос: Какой показатель чаще всего используют для количественной оценки абразивного износа?

1. Глубина канавки
2. Объём удалённого материала
3. Шероховатость поверхности
4. Коэффициент трения

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

№	Понятие	Буква	Определение
1	Абразивный износ	А	Изнашивание в результате врезания твёрдых частиц
2	Адгезионный износ	В	Разрушение за счёт прилипания и отрыва элементов
3	Гидродинамическое трение	С	Трение при полном масляном клине
4	Эффект Ребиндера	Д	Адсорбционно-химическое понижение прочности поверхностей