

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТМС*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 25.05.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Трение и износ*

**Направление подготовки**

*15.03.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных  
производств*

**Профиль подготовки**

*Технология машиностроения*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>6</b>	<b>180 / 5</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>146,15</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>180 / 5</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>146,15</b>	

Муром, 2021 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение общих вопросов трения, износа и смазки трибосопряжений машин; приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации технологических машин и оборудования и анализа причин износа основных трибосопряжений машин и путей повышений их износостойкости.

Основной задачей дисциплины является изучение основных трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах, а также целенаправленный выбор материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Базовые: физика, материаловедение, основы конструирования Базирующие: ВКР

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности	ПК-1.3 Выбирает стандартные и проектирует простые средства технологического оснащения для изготовления машиностроительных изделий	знать: основные положения теории внешнего трения, механики контактного взаимодействия твердых тел для повышения ресурса трибосопряжений. (ПК-1.3) уметь: воспринимать информацию о принятых стандартом терминах по основным разделам науки «трибология», определять прикладное значение изучаемых разделов науки для достижения надежности и долговечности машин. (ПК-1.3)	вопросы

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия	6	8		8					73	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	6	8		8					73,15	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		180	16		16			1,6	0,25	146,15	Зач.
Итого		180	16		16			1,6	0,25	146,15	

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 6

###### Раздел 1. Основные понятия

###### Лекция 1.

Трение и износ, предмет и объект ее изучения (2 часа).

###### Лекция 2.

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

###### Лекция 3.

Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел (2 часа).

###### Лекция 4.

Общая картина процессов при трении (2 часа).

###### Раздел 2. Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства

###### Лекция 5.

Факторы, влияющие на фрикционное взаимодействие твердых тел. Фрикционная связи (2 часа).

**Лекция 6.**

Расчет коэффициента трения шероховатых поверхностей (2 часа).

**Лекция 7.**

Физическая модель возникновения сил внешнего трения (2 часа).

**Лекция 8.**

Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания (2 часа).

**4.1.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

**4.1.2.3. Перечень лабораторных работ****Семестр 6**

*Раздел 1. Основные понятия*

**Лабораторная 1.**

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

**Лабораторная 2.**

Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел (4 часа).

*Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства*

**Лабораторная 3.**

Определение максимального контактного давления в подшипнике (4 часа).

**Лабораторная 4.**

Исследование абразивного изнашивания (4 часа).

**4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

**4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

**4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
5	180 / 5	4		8	2	0,5	14,5	161,75	Зач.(3,75)
Итого	180 / 5	4		8	2	0,5	14,5	161,75	3,75

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия	5	2		4					81	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	5	2		4					80,75	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		180	4		8	+		2	0,5	161,75	Зач.(3,75)
Итого		180	4		8			2	0,5	161,75	3,75

### 4.2.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

##### Раздел 1. Основные понятия

##### Лекция 1.

Трение и износ, предмет и объект ее изучения (2 часа).

*Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства*

**Лекция 2.**

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

**4.2.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

**4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

**Семестр 5**

*Раздел 1. Введение. Основные понятия*

**Лабораторная 1.**

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

*Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства*

**Лабораторная 2.**

Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел (4 часа).

**4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

**4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. 1. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое.
2. 2. Защита от загрязнения и смазывание узлов трения.
3. 3. Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур.

**4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### 4.3 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
3	180 / 5	4		8	2	0,5	14,5	161,75	Зач.(3,75)
Итого	180 / 5	4		8	2	0,5	14,5	161,75	3,75

#### 4.3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия	3	2		4					80	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	3	2		4					81,75	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		180	4		8	+		2	0,5	161,75	Зач.(3,75)
Итого		180	4		8			2	0,5	161,75	3,75

#### 4.3.2. Содержание дисциплины

##### 4.3.2.1. Перечень лекций

**Семестр 3**

*Раздел 1. Основные понятия*

**Лекция 1.**

Трение и износ, предмет и объект ее изучения (2 часа).

## *Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства*

### **Лекция 2.**

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

#### **4.3.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

#### **4.3.2.3. Перечень лабораторных работ**

##### **Семестр 3**

##### *Раздел 1. Основные понятия*

##### **Лабораторная 1.**

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

##### *Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства*

##### **Лабораторная 2.**

Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел (4 часа).

#### **4.3.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.3.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. 1. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое.
2. 2. Защита от загрязнения и смазывание узлов трения.
3. 3. Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур.

#### **4.3.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и реализации компетентностного подхода. В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяются имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;



- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Харламов, Ю. А. Основы триботехники : учебник / Ю. А. Харламов, Д. А. Вишневский, А. П. Жильцов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 354 с. — ISBN 978-5-88247-880-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт] - <https://www.iprbookshop.ru/88791.html>

2. Густов, Ю. И. Триботехника строительных машин и оборудования : монография / Ю. И. Густов. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 192 с. — ISBN 978-5-7264-0507-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/16326.html>

3. Определение коэффициента трения скольжения : методические указания к выполнению лабораторной работы № 3 / составители Л. П. Коган, Ю. П. Комаров. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 22 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/16030.html>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Тавтилов, И. Ш. Классификация и выбор металлов и сплавов по их износостойкости : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Виды изнашивания и причины отказов узлов трения» / И. Ш. Тавтилов. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 27 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/51525.html>

2. Коррозионное изнашивание. Показатели скорости коррозии : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Трение и износ в бытовой технике» и «Старение и износ бытовой техники» / составители Н. В. Тарасова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 26 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/22879.html>

3. Харламов, Ю. А. Основы инженерии поверхностей трения : учебное пособие / Ю. А. Харламов, Д. А. Вишневский, Н. А. Бондарь. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-9729-1107-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/124243.html>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;

- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[encycl.yandex.ru](http://encycl.yandex.ru) (Энциклопедии и словари);

[standard.gost.ru](http://standard.gost.ru) (Росстандарт)

[www.fips.ru](http://www.fips.ru) (Федеральный институт промышленной собственности).

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория деталей машин, подъемно-транспортных устройств, автоматизации производственных процессов

Газоанализатор 042М; пресс гидравлический мод. 2М030; прибор испытания образцов на прочность 084Н0096; машина встряхивания 029/131, установка 27М – 2 шт.; установка ДМ-28М – 4 шт.; установка ДМ-41М; УЛП-1; потенциометр-ЭПП-09; установка СМ-245; машины ДМ-30М – 3 ед.; машины ДМ-6А – 2 ед.; редукторы – 5 шт.; комплект наглядных пособий (плакатов) – 20 шт. Проектор NEC V300XG, настенный экран, промышленный робот «Ритм-0,5», промышленный робот «Циклон М20П40.01», робот-манипулятор мод. 901-1, лоток наклонный, вибробункер, тактовый стол, компрессор, станочные приспособления – 38 шт.

Научная лаборатория трибомеханики и триботехнологии

Машина трения М1; потенциометр с КСП-4; потенциометр КСП-2

### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.:

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер,

учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств* и профилю подготовки *Технология машиностроения*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Волченков А.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТМС*

протокол № 15 от 19.05.2021 года.

Заведующий кафедрой *ТМС* \_\_\_\_\_ *Волченков А.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Трение и износ

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

!-й рейтинг контроль

1. Что понимают под определением «фрикционный контакт твердых тел»?
2. Каково основное свойство фрикционного контакта?
3. Что представляет собой микрогеометрия (микротопография) контактных поверхностей?
4. Как экспериментально оценивают микротопографию контактной поверхности?
5. Каковы характеристики шероховатости поверхности? Что они представляют собой и как определяются?
6. Что определяют по опорной кривой поверхности изнашивания?
7. Как получают опорную кривую поверхности?
8. Какие характерные участки отмечаются на опорной кривой поверхности?
9. Какими аппроксимирующими функциями описывается опорная кривая поверхности?
10. Какие параметры характерны для исследованной топографии поверхности изнашивания?
11. Что характеризует собой гипсограмма?
12. Какой физический смысл имеют величины  $D_a$  и  $D_m$ ?
13. Что означает показатель  $K_s$ ?
14. Как понимать условия  $K_s > 1$  и  $K_s < 1$ ?
15. Что такое полный коэффициент трения?
16. Что означает, если  $f_d > f_a$ ?
17. Как определить гармоническое значение  $D_m$  в системе золотой пропорции?
18. Какой функцией можно выразить зависимость  $D_a = t(f)$ ?
19. Какой физический смысл имеет показатель  $t$ ?
20. Как оценить величину  $D_m$ , если известна величина  $\epsilon_p$ ?
21. Каким путём происходит разрушение поверхностного слоя детали абразивными частицами?
22. Что называется износостойкостью материала?
23. Какими методами испытывают материалы на абразивное изнашивание?
25. Что показывает относительная износостойкость материала?
26. Какую размерность имеет относительная износостойкость материала?
27. Как можно выбрать эталонный материал для оценки материала?
28. Что такое скорость изнашивания, какова её размерность?
29. Что такое темп изнашивания, какова его размерность?
30. Как может изменяться твёрдость материала вследствие его изнашивания?
31. Что такое степень (коэффициент) трибodeформационного упрочнения?
32. Как изменяется износостойкость материала в зависимости от его исходной твёрдости?
33. Как величина износа зависит от степени трибodeформационного упрочнения?
34. Как можно выразить относительную износостойкость через скорость изнашивания, через темп изнашивания?
35. Как определить суммарный путь трения ролика?
36. Как называется отношение износа к пути трения?
37. Что называется износом детали?
38. Какие деформации испытывают материалы при трении и изнашивании абразивными частицами?
39. По каким механизмам изнашиваются материалы?
40. При каком механизме изнашивания процесс происходит наиболее интенсивно?

41. Какими свойствами должен обладать износостойкий материал при взаимодействии с абразивом?
42. Приведите примеры абразивных сред.
43. Приведите примеры абразивного изнашивания деталей машин.
44. Какую форму могут иметь абразивные частицы?
45. Как можно смоделировать абразивные частицы в лабораторных условиях?
46. Какие стадии взаимодействия абразивной частицы и детали происходят при трении?
47. Зачем нужна предварительная нагрузка при вдавливании индентора Роквелла?
48. Зачем нужна выдержка при испытании изделия методом Роквелла под общей нагрузкой?
49. Почему не снимается предварительная нагрузка при определении упругой (пластической) деформации?
50. Что такое твердость материала?
51. Что такое критерий упруго – пластичности?
52. Как зависит линейный износ материалов от их твердости?
53. Как зависит линейный износ материалов от их критериев упруго – пластичности?
54. В чем заключается моделирование геометрии режущих элементов рабочих органов машин по микро топографии поверхностей трения?
55. Каким показателем оценивается качество элементов рабочих органов технологических машин?
56. Что представляет собой динамический плотномер?
57. Какие показатели грунта определяют динамическим плотномером?

## 2-й рейтинг контроль

- Объясните сущность указанного метода моделирования триботехнического процесса.
  - Выберите из приведенного перечня триботехнические конструкционные материалы для заданных деталей машин, узлов трения, условий эксплуатации.
  - Дайте оценку вероятности безотказной работы указанных деталей трибосопряжения.
1. Что такое «трибология»?
    - а. наука о трении тел;
    - б. прикладная наука об изнашивании тел;
    - в. раздел теоретической механики о трении тел;
    - г. наука о трении, износе, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении;
    - д. раздел физики о трении, изнашивании, смазке и взаимодействии поверхностей при их относительном движении.
  2. Какие нормированные виды неровностей могут образоваться на поверхностях трения?
    - а. макроотклонения, волнистость, шероховатость, субшероховатость;
    - б. шероховатость, субшероховатость, субмикрошероховатость;
    - в. овальность, конусность, седловидность, бочкообразность;
    - г. пластическое отгеснение, продольные царапины, глубинное вырывание, поперечные царапины, навалы царапин;
    - д. пятна фактического контакта, выступы, впадины.
  3. Что характеризует кинетическая кривая Лоренца?
    - а. распределение температуры на поверхности трения;
    - б. установившийся режим изнашивания;
    - в. установившееся распределение номинального давления на поверхности;
    - г. приработку, установившееся изнашивание;
    - д. распределение фактического давления на поверхности трения.
  4. Что отражает диаграмма Герси-Штрибека?
    - а. Зависимость коэффициента трения от вязкости смазочного материала;

б. Изменения коэффициента в гидродинамической зоне смазки;  
в. Вероятность реализации гидродинамического режима трения;  
г. зависимость коэффициента трения от безразмерного критерия – числа Герси (Зоммерфельда).

5. Что определяет антифрикционные свойства серых чугунов?

- а. строение основы;
- б. строение графитной составляющей;
- в. химически связанный углерод;
- г. максимальное количество феррита в структуре;
- д. максимальное количество цементита в структуре.

6. Какой показатель не является характеристикой микрогеометрии поверхности трения?

- а. среднее арифметическое отклонение профиля;
- б. тангенциальные напряжения;
- в. форма выступов;
- г. высота сглаживания;
- д. среднее квадратическое отклонение профиля.

• Методы повышения износостойкости детали или рабочего органа машины (в соответствии с вариантом).

• Анализ условий эксплуатации и износа детали/рабочего органа технологической машины (в соответствии с вариантом).

• Использование информационных технологий для сбора данных для пар трения (в соответствии с вариантом).

• Современные методы и приборы для исследования изнашивания.

### 3-й рейтинг контроль

1. Основные понятия трибологии и триботехники.

2. Понятия о трибологических системах и их примеры.

3. Виды и процессы трения в узлах машин.

4. Основные понятия и определения триботехники: изнашивание, износ, скорость изнашивания, интенсивность изнашивания, износостойкость.

5. Особенность строения и свойства поверхности при контактном взаимодействии твердых тел

6. Свободная поверхностная энергия. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.

7. Фактическая и контурная площади контактных поверхностей.

8. Влияние взаимодействия выступов контактирующих поверхностей на устойчивость трибосистем.

9. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера) в зонах контакта твердых тел.

10. Внешнее трение твердых тел. Неполная сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения скольжения. Трение без смазки. Граничное трение.

11. Основные положения теории внешнего трения (триады Крагельского и Чичинадзе).

12. Кинетика разрушения поверхностного слоя.

13. Динамические процессы при трении. Динамические модели трения скольжения.

14. Качественные показатели поверхности трения (макрогеометрия, волнистость, шероховатость).

15. Методика исследования микротопографии поверхностей трения твердых тел.

16. Роль остаточных напряжений (I, II, III рода) в механике трения.

17. Классификация видов изнашивания. Особенности изнашивания деталей и рабочих органов машин.

18. Структурные и фазовые превращения в процессах трения и изнашивания.

19. Основные закономерности механического изнашивания.

20. Особенности коррозионно-механического изнашивания.
21. Изменение вида разрушения поверхностей в зависимости от режимов эксплуатации узлов.
22. Факторы, влияющие на электроэрозионное изнашивание реальных материалов.
23. Классификация износостойкости изделий.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	20 вопросов, 2 практических задания	20
Рейтинг-контроль 2	20 вопросов, 2 практических задания	20
Рейтинг-контроль 3	20 вопросов, 2 практических задания	20
Посещение занятий студентом		10
Дополнительные баллы (бонусы)		10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		20

### **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### **Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

#### **Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

ПК-1

Блок 1(знать)

1. Что понимают под определением «фрикционный контакт твердых тел»?
2. Каково основное свойство фрикционного контакта?
3. Что представляет собой микрогеометрия (микротопография) контактных поверхностей?
4. Как экспериментально оценивают микротопографию контактной поверхности?
5. Каковы характеристики шероховатости поверхности? Что они представляют собой и как определяются?
6. Что определяют по опорной кривой поверхности изнашивания?
7. Как получают опорную кривую поверхности?
8. Какие характерные участки отмечаются на опорной кривой поверхности?
9. Какими аппроксимирующими функциями описывается опорная кривая поверхности?
10. Какие параметры характерны для исследованной топографии поверхности изнашивания?
11. Что характеризует собой гипсограмма?
12. Какой физический смысл имеют величины  $D_a$  и  $D_m$ ?
13. Что означает показатель  $K_s$ ?
14. Как понимать условия  $K_s > 1$  и  $K_s < 1$ ?
15. Что такое полный коэффициент трения?
16. Что означает, если  $f_d > f_a$ ?
17. Как определить гармоническое значение  $D_m$  в системе золотой пропорции?
18. Какой функцией можно выразить зависимость ?  $D_a = t(f)$
19. Какой физический смысл имеет показатель  $t$ ?



20. Как оценить величину  $D_m$ , если известна величина  $\epsilon_r$ ?
21. Каким путём происходит разрушение поверхностного слоя детали абразивными частицами?
22. Что называется износостойкостью материала?
23. Какими методами испытывают материалы на абразивное изнашивание?
25. Что показывает относительная износостойкость материала?
26. Какую размерность имеет относительная износостойкость материала?
27. Как можно выбрать эталонный материал для оценки материала?
28. Что такое скорость изнашивания, какова её размерность?
29. Что такое темп изнашивания, какова его размерность?
30. Как может изменяться твёрдость материала вследствие его изнашивания?
31. Что такое степень (коэффициент) трибodeформационного упрочнения?
32. Как изменяется износостойкость материала в зависимости от его исходной твёрдости?
33. Как величина износа зависит от степени трибodeформационного упрочнения?
34. Как можно выразить относительную износостойкость через скорость изнашивания, через темп изнашивания?
35. Как определить суммарный путь трения ролика?
36. Как называется отношение износа к пути трения?
37. Что называется износом детали?
38. Какие деформации испытывают материалы при трении и изнашивании абразивными частицами?
39. По каким механизмам изнашиваются материалы?
40. При каком механизме изнашивания процесс происходит наиболее интенсивно?
41. Какими свойствами должен обладать износостойкий материал при взаимодействии с абразивом?
42. Приведите примеры абразивных сред.
43. Приведите примеры абразивного изнашивания деталей машин.
44. Какую форму могут иметь абразивные частицы?
45. Как можно смоделировать абразивные частицы в лабораторных условиях?
46. Какие стадии взаимодействия абразивной частицы и детали происходят при трении?
47. Зачем нужна предварительная нагрузка при вдавливании индентора Роквелла?
48. Зачем нужна выдержка при испытании изделия методом Роквелла под общей нагрузкой?
49. Почему не снимается предварительная нагрузка при определении упругой (пластической) деформации?
50. Что такое твердость материала?
51. Что такое критерий упруго – пластичности?
52. Как зависит линейный износ материалов от их твердости?
53. Как зависит линейный износ материалов от их критериев упруго – пластичности?
54. В чем заключается моделирование геометрии режущих элементов рабочих органов машин по микро топографии поверхностей трения?
55. Каким показателем оценивается качество элементов рабочих органов технологических машин?

ПК-1

Блок 2(уметь)

- Объясните сущность указанного метода моделирования триботехнического процесса.
  - Выберите из приведенного перечня триботехнические конструкционные материалы для заданных деталей машин, узлов трения, условий эксплуатации.
  - Дайте оценку вероятности безотказной работы указанных деталей трибосопряжения.
1. Что такое «трибология»?

- а. наука о трении тел;
  - б. прикладная наука об изнашивании тел;
  - в. раздел теоретической механики о трении тел;
  - г. наука о трении, износе, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении;
  - д. раздел физики о трении, изнашивании, смазке и взаимодействии поверхностей при их относительном движении.
2. Какие нормированные виды неровностей могут образоваться на поверхностях трения?
- а. макроотклонения, волнистость, шероховатость, субшероховатость;
  - б. шероховатость, субшероховатость, субмикрощероховатость;
  - в. овальность, конусность, седловидность, бочкообразность;
  - г. пластическое отгеснение, продольные царапины, глубинное вырывание, поперечные царапины, навалы царапин;
  - д. пятна фактического контакта, выступы, впадины.
3. Что характеризует кинетическая кривая Лоренца?
- а. распределение температуры на поверхности трения;
  - б. установившийся режим изнашивания;
  - в. установившееся распределение номинального давления на поверхности;
  - г. приработку, установившееся изнашивание;
  - д. распределение фактического давления на поверхности трения.
4. Что отражает диаграмма Герси-Штрибека?
- а. Зависимость коэффициента трения от вязкости смазочного материала;
  - б. Изменения коэффициента в гидродинамической зоне смазки;
  - в. Вероятность реализации гидродинамического режима трения;
  - г. зависимость коэффициента трения от безразмерного критерия – числа Герси (Зоммерфельда).
5. Что определяет антифрикционные свойства серых чугунов?
- а. строение основы;
  - б. строение графитной составляющей;
  - в. химически связанный углерод;
  - г. максимальное количество феррита в структуре;
  - д. максимальное количество цементита в структуре.
6. Какой показатель не является характеристикой микрогеометрии поверхности трения?
- а. среднее арифметическое отклонение профиля;
  - б. тангенциальные напряжения;
  - в. форма выступов;
  - г. высота сглаживания;
  - д. среднее квадратическое отклонение профиля.
- Методы повышения износостойкости детали или рабочего органа машины (в соответствии с вариантом).
  - Анализ условий эксплуатации и износа детали/рабочего органа технологической машины (в соответствии с вариантом).
  - Использование информационных технологий для сбора данных для пар трения (в соответствии с вариантом).
  - Современные методы и приборы для исследования изнашивания.

ПК-1

Блок 3 (владеть)

1. Основные понятия трибологии и триботехники.
2. Понятия о трибологических системах и их примеры.
3. Виды и процессы трения в узлах машин.

4. Основные понятия и определения триботехники: изнашивание, износ, скорость изнашивания, интенсивность изнашивания, износостойкость.
5. Особенности строения и свойства поверхности при контактном взаимодействии твердых тел
6. Свободная поверхностная энергия. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.
7. Фактическая и контурная площади контактных поверхностей.
8. Влияние взаимодействия выступов контактирующих поверхностей на устойчивость трибосистем.
9. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера) в зонах контакта твердых тел.
10. Внешнее трение твердых тел. Неполная сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения скольжения. Трение без смазки. Граничное трение.
11. Основные положения теории внешнего трения (триады Крагельского и Чичинадзе).
12. Кинетика разрушения поверхностного слоя.
13. Динамические процессы при трении. Динамические модели трения скольжения.
14. Качественные показатели поверхности трения (макрорельеф, волнистость, шероховатость).
15. Методика исследования микротопографии поверхностей трения твердых тел.
16. Роль остаточных напряжений (I, II, III рода) в механике трения.
17. Классификация видов изнашивания. Особенности изнашивания деталей и рабочих органов машин.
18. Структурные и фазовые превращения в процессах трения и изнашивания.
19. Основные закономерности механического изнашивания.
20. Особенности коррозионно-механического изнашивания.
21. Изменение вида разрушения поверхностей в зависимости от режимов эксплуатации узлов.
22. Факторы, влияющие на электроэрозионное изнашивание реальных материалов.
23. Классификация износостойкости изделий.

### **Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания**

Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено	<b>Продвинутый</b>

		полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

1. Влияние трения качения упругого последствия и гистерезисных потерь
2. Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей
3. Воздействие пластической деформации при обработке поверхностей деталей на напрягаемое состояние и на изменение структуры поверхностных слоев

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=3506>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.