

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «25» мая 2018 г. № 414-1

## **Б1.В.ДВ.02.01 Основы трибологии**

### **рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей  
Специализации – 2 Управление техническим состоянием железнодорожного пути  
Квалификация выпускника – инженер путей сообщения  
Форма обучения – заочная  
Нормативный срок обучения – 6 лет  
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 2  
Часов по учебному плану – 72

Формы промежуточной аттестации в семестрах:  
зачет 4

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
– лекции	4	4
– лабораторные	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>Зачет</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей (уровень специалитета), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 г. № 1160, и на основании учебного плана по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация № 2 «Управление техническим состоянием железнодорожного пути», утвержденного Учёным советом ИрГУПС от 25.05.2018 г. протокол № 13.

Программу составил:

к.т.н., доцент, доцент кафедры  
«Физика, механика и приборостроение»

Б.В. Коротяев

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение». Протокол от «25» мая 2018 г. № 15.

Зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

О.В. Горева

Согласовано

Кафедра «Путь и путевое хозяйство», протокол от «25» мая 2018 г. № 13.

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Д.А. Ковенькин

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цели освоения дисциплины

1	изучить законы трения и изнашивания, способы смазки, виды изнашивания и меры по уменьшению интенсивности изнашивания; получить навыки планирования и проведения экспериментов, определения триботехнических характеристик конструкционных и смазочных материалов
---	--

### 1.2 Задачи освоения дисциплины

1	совершенствование организация работ по текущему содержанию железнодорожного пути с учётом минимизации износа рельсов;
2	обеспечение внедрения ресурсосберегающих технологий по техническому обслуживанию железнодорожного пути, в то числе подбором наиболее эффективных смазывающих веществ для лубрикации рельсов;
3	правильно рассчитать и применить конструкцию трибосопряжения, подобрать соответствующие материалы пар трения; назначить оптимальный режим работы конструкции;
4	выбрать наиболее эффективные технологические методы изготовления, обработки и упрочнения материалов;
5	выбрать наиболее эффективные смазочные материалы; обеспечить надлежащий режим эксплуатации, ремонта и обслуживания машин, рельсов и других элементов верхнего строения железнодорожного пути.

### 1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

#### Научно-образовательное воспитание обучающихся

Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.

Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:

- формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;
- создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;
- популяризация научных знаний среди обучающихся;
- содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;
- создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;
- совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности

#### Профессионально-трудовое воспитание обучающихся

Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.

Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:

- формирование сознательного отношения к выбранной профессии;
- воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;
- формирование психологии профессионала;
- формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;
- формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося

1	Б1.Б.1.14 Химия;
2	Б1.Б.1.21 Материаловедение и технология конструкционных материалов;
3	Б1.Б.1.23 Сопротивление материалов.

### 2.2 Дисциплины и практики, для которых прохождение данной дисциплины необходимо как предшествующее

1	Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь;
2	Б1.Б.1.39 Организация, планирование и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути.

## 3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**ОПК-9: способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации**

<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	триботехнические характеристики конструкционных и смазочных материалов;
Уметь	моделировать процесс сопоставления результатов модельного и натурального опытов;
Владеть	методами определения триботехнических характеристик конструкционных и смазочных материалов.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	группы факторов, определяющих интенсивность изнашивания в узлах трения;
Уметь	определять методологию, направленную на упорядочение и обработку информации;
Владеть	приборами для определения твёрдости, шероховатости поверхности, машиной трения ИИ-5018.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	иерархическую систему РЦИ;
Уметь	использовать методы математической статистики для обработки результатов экспериментов;
Владеть	рациональным циклом триботехнических испытаний (РЦИ).
<b>ОПК - 12: владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	виды трения, методы борьбы с изнашиванием в соответствии с видом изнашивания;
Уметь	определять характер изнашивания;
Владеть	методами подбора материалов пар трения;
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	пределы механических нагрузок материалов, применяемых для изготовления элементов узлов трения, совместимость материалов пар трения, возможность регулирования теплового режима;
Уметь	определять твёрдость по Бринеллю, Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу; определять показатели шероховатости поверхностей;
Владеть	Правилами подбора материалов для узлов трения при проектировании конструкции.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	методику подбора материалов для узлов трения; способы поверхностной модификации материалов, рациональный цикл триботехнических испытаний, Государственные стандарты на проведения испытаний;
Уметь	пользоваться приборами контроля качества обработки деталей, приборами для определения твёрдости (микротвёрдости) деталей машин;
Владеть	методикой планирования эксперимента для задач: при выполнении экспертных оценок; при постановке многофакторных опытов, методикой проведения испытаний на износостойкость, регрессионным анализом для обработки эксперимента.
<b>ПК-2: способностью осуществлять контроль качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	инструменты и методы управления качеством;
Уметь	применять средства, методы и инструменты управления качеством продукции;
Владеть	средствами, методами и инструментами управления качеством продукции.
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	нормативные документы открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
Уметь	применять нормативные документы открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
Владеть	нормативными документами открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций.
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	методы контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
Уметь	применять методы контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
Владеть	методами контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	виды трения;
3	законы трения;
2	триботехнические свойства и показатели материалов и изделий;
4	триботехнические свойства смазочных материалов.
<b>Уметь</b>	
1	определять твёрдость по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу;
2	разработать мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания;
3	подбирать материалы для узлов трения при проектировании конструкции.
<b>Владеть</b>	
1	методикой подбора материалов для узлов трения, приборами контроля качества обработки деталей;

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Виды трения. Внутреннее трение в жидкостях</b>				
1.1	Цели и задачи науки о трении и изнашивания. Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее /Лек/	4	2	ОПК-9 ОПК-12	Л1.3 Э1
1.1.1	Триботехнические свойства и показатели материалов и изделий. Триботехнические свойства смазочных материалов» /Ср/	4	6	ОПК-12	Л3.1
1.2	Внутреннее трение в жидкостях и твёрдых телах /Ср/	4	6	ОПК-9	Л3.1 Э1
1.2.2	Испытание на твёрдость рельсовой стали по Бринеллю /Лаб/	4	2	ОПК-12	Л3.5
	<b>Раздел 2. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость. Физико-химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера</b>				
2.1	Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость /Ср/	4	6	ОПК-12	Л2.1 Л3.1
2.2	Физико-химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера /Ср/	4	6	ОПК-9	Л2.1
	<b>Раздел 3. Виды изнашивания: Избирательный перенос (эффект безызносности). Адгезионное изнашивание. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивания</b>				
3.1	Законы трения. Классификация видов изнашивания. Изнашивание схватыванием /Ср/	4	1	ОПК-9	Л3.2
3.2	Абразивное изнашивание. Водородное Изнашивание /Ср/	4	8	ОПК-9	Л2.1
3.3	Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивание. /Ср/	4	6	ОПК-9	Л3.5
3.4	Изучение темы «Кавитационное изнашивание. Эрозионное изнашивание /Ср/	4	6		
	<b>Раздел 4. Виды смазки. Граничная смазка</b>				
4.1	Виды смазки. Граничная смазка /Лек/	4	2	ОПК-9	Л1.2 Л3.2
4.1.1	Изучение темы «Изнашивание при трении качения /Ср/	4	5	ОПК-9	Л1.2
	<b>Раздел 5. Износ рельсов</b>				
5.1	Износ рельсов /Лек/	4	2	ОПК-9 ПК-2	Л3.2
5.2	Испытание на износостойкость рельсовой и бандажной сталей при применении смазочного материала МС-27 в присутствии абразива /Лаб/	4	2	ОПК-9 ПК-2	Л1.1
5.3	Подготовка к промежуточной аттестации - зачёт /Ср/	4	4	ОПК-9 ОПК-12 ПК-2	Л1.1

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****6.1 Рекомендуемая литература****6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Комбалов В.С.	Методы и средства испытаний на трение и износ <a href="http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911">http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911</a> : Учебная литература	М: Машиностроение, 2007	100%
Л1.2	Мышкин Н.К., Петраковец М.И.	Трение, износ, смазка. Физические основы и технические приложения трибологии: Учебная литература для ВПО. Учебник [Электронный ресурс] <a href="http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911">http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911</a> 100 % он лайн : Учебник	М.: Физматлит, 2007	100%
Л1.3	Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербин В.Н.	Основы трибологии и триботехники: Учебная литература. Учебник [Электронный ресурс] <a href="http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911">http://biblioclub.\index.php?page=book_view&amp;book_id=42911</a> : Учебник	М.: Машиностроение, 2012	100%

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке
Л2.1	Гаркунов Д.Н.	Триботехника. Износ и безызносность: Учебник	М.: МСХА, 632 с., 2001	25
Л2.2	Гаркунов Д.Н.	Конструирование, изготовление и эксплуатация машин: Учебник	М.: МСХА, 2002	26

**6.1.3 Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке
Л3.1	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч. 1. Основы теории трения: Учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2007	38
Л3.2	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч. 2 Виды изнашивания деталей машин: Учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2010	47
Л3.3	Коротаев Б.В.	Твёрдость материалов: Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2010	100
Л3.4	Коротаев Б.В.	Испытания на износостойкость при абразивном изнашивании: Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2004	85
Л3.5	Коротаев Б.В.	Испытания материалов на твёрдость методами Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора : Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2002	124

Методические разработки приведены в приложении № 2.

**6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке
Л4.1	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч. 1. Основы теории трения: Учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2007	38
Л4.2	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч. 2 Виды изнашивания деталей машин: Учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2010	47
Л4.3	Коротаев Б.В.	Твёрдость материалов: Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2010	100
Л4.4	Коротаев Б.В.	Испытания на износостойкость при абразивном изнашивании: Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2004	85
Л4.5	Коротаев Б.В.	Испытания материалов на твёрдость методами Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора : Методические указания	Иркутск: ИрГУПС, 2002	124

**6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Научная электронная библиотека elibrary.ru	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Э2	Электронно-библиотечная система «Издательство «ЛАНЬ»	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>
Э3	Электронно-библиотечная система «Универсальная библиотека онлайн»	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>

**6.3 Перечень информационных технологий****6.3.1 Перечень базового программного обеспечения**

6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a> ; Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a> ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по		
---------	---	--	--

	лицензии BSD License
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>	
6.3.2.1	Использование специализированного программного обеспечения не предусмотрено
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.3.1	Использование информационных справочных систем не предусмотрено.
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Использование правовых и нормативных документов не предусмотрено.

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Основы трибологии». Оснащение лаборатории: 1. Машина трения ИИ-5018. 2. Установка на абразивное изнашивание о закреплённые абразивные частицы. 3. Установка на абразивное изнашивание о незакреплённые абразивные частицы. 4. Центробежный ускоритель ЦУК-1 для испытания на газоабразивное изнашивание. 5. Центробежный ускоритель ЦУК-1 для испытания на газоабразивное изнашивание. 6. Аналитические весы «Ohaus». 7. Пирометр. 8. Микротвердомер ПМТ-3М. 9. Твердомер ТШП-4. 10. Твердомер ТР-2140. 11. Твердомер ТЭМП-3. 12. Разрывная машина ИР-100. 13. Установка для испытания на контактную выносливость. 14. Четырёхшариковая машина трения ЧМТ-1. 15. Твердомер ТН 320.
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Лабораторная работа	Выполнение лабораторных занятий: лабораторные занятия являются связующим звеном между теорией и практикой и проводятся в целях практического освоения обучающимися научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладения ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привития навыков работы с лабораторными установками, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. Обобщения: овладевать техникой эксперимента, формировать умения решать практические задачи путем постановки опыта, экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, экспериментальная проверка формул, расчетов, наблюдение и изучения явлений и процессов, поиск

	<p>закономерностей, изучение устройства и работы приборов, аппаратуры и другого оборудования, их испытание, снятие характеристик, экспериментальная проверка расчетов, формул.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>При проработке лекционного материала необходимо обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе; проверить термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>При подготовке к практическому занятию необходимо: изучить конспект лекций и рекомендованную литературу по данной теме; изучить материалы практического занятия по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; подготовиться к ответу на контрольные вопросы; при выполнении домашних заданий внимательно разобрать решения типовых заданий, выполняемых в аудитории.</p> <p>При подготовке к лабораторному занятию необходимо: изучить материал по теме лабораторной работы, изучить установку, подготовить протокол, ответить на контрольные вопросы.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	



Приложение 1 к рабочей программе по  
дисциплине

**Б1.В.ДВ.02.01 «Основы трибологии»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости и**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
**Б1.В.ДВ.02.01 «Основы трибологии»**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Основы трибологии» участвует в формировании компетенций:

**ОПК-9:** способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации.

**ОПК-12:** владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов.

**ПК-2:** способностью осуществлять контроль качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся  
компетенций ОПК-9, ОПК-12, ПК-2 при освоении  
образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-9	Способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь	6	6
		Б1.Б.1.39 Организация, планирование и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути	8	8
ОПК-12	Владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов	Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь	6	6
ПК-2	способностью осуществлять контроль качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций	Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь	6	6
		Б1.Б.1.39 Организация, планирование и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути	8	8

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-9, ОПК-12, ПК-2  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)/практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-9	способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о	Раздел 1. Виды трения. Внутреннее трение в жидкостях Раздел 2. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная	Минимальный уровень	Знать: триботехнические характеристики конструкционных и смазочных материалов;
				Уметь: моделировать процесс сопоставления результатов модельного и натурального опытов;
				Владеть: методами определения триботехнических характеристик

	методах метрологии, стандартизации и сертификации	шероховатость. Физико- химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера Раздел 3. Виды изнашивания: Избирательный перенос (эффект безызносности). Адгезионное изнашивание. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивания Раздел 4. Виды смазки. Граничная смазка Раздел 5. Износ рельсов		конструкционных и смазочных материалов.
			Базовый уровень	Знать: группы факторов, определяющих интенсивность изнашивания в узлах трения; Уметь: определять методологию, направленную на упорядочение и обработку информации; Владеть: приборами для определения твёрдости, шероховатости поверхности, машиной трения ИИ-5018.
			Высокий уровень	Знать: иерархическую систему РЦИ; Уметь: иерархическую систему РЦИ;  Владеть: рациональным циклом триботехнических испытаний (РЦИ).
ОПК-12	владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов	Раздел 1. Виды трения. Внутреннее трение в жидкостях Раздел 2. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость. Физико- химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера Раздел 3. Виды изнашивания: Избирательный перенос (эффект безызносности). Адгезионное изнашивание. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивания Раздел 4. Виды смазки. Граничная смазка Раздел 5. Износ рельсов	Минимальный уровень	Знать: виды трения, методы борьбы с изнашиванием в соответствии с видом изнашивания; Уметь: определять характер изнашивания; Владеть: методами подбора материалов пар трения.
			Базовый уровень	Знать: пределы механических нагрузок материалов, применяемых для изготовления элементов узлов трения, совместимость материалов пар трения, возможность регулирования теплового режима; Уметь: определять твёрдость по Бринеллю, Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу; определять показатели шероховатости поверхностей; Владеть: Правилами подбора материалов для узлов трения при проектировании конструкции.
			Высокий уровень	Знать: методику подбора материалов для узлов трения; способы поверхностной модификации материалов, рациональный цикл триботехнических испытаний, Государственные стандарты на проведения испытаний; Уметь: пользоваться приборами контроля качества обработки деталей, приборами для определения твёрдости (микротвёрдости) деталей машин; Владеть: методикой планирования эксперимента для задач: при выполнении экспертных оценок; при постановке многофакторных опытов, методикой проведения испытаний на износостойкость, регрессионным

				анализом для обработки эксперимента.
ПК-2	способностью осуществлять контроль качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций	Раздел 1. Виды трения. Внутреннее трение в жидкостях Раздел 2. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость. Физико- химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера	Минимальный уровень	Знать: инструменты и методы управления качеством;
				Уметь: применять средства, методы и инструменты управления качеством продукции;
				Владеть: средствами, методами и инструментами управления качеством продукции.
		Раздел 3. Виды изнашивания: Избирательный перенос (эффект безызносности). Адгезионное изнашивание. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивания	Базовый уровень	Знать: нормативные документы открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
				Уметь: применять нормативные документы открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
				Владеть: нормативными документами открытого акционерного общества "Российские железные дороги" по контролю качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций.
		Раздел 4. Виды смазки. Граничная смазка Раздел 5. Износ рельсов	Высокий уровень	Знать: методы контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
				Уметь: применять методы контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций;
				Владеть: методами контроля качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Курс	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
1	3	Текущий контроль	Тема 1. Виды трения	ОПК-9 ОПК-12 Собеседование (устно), Защита лабораторной работы (устно), Тестирование (компьютерные технологии)
2	3	Текущий контроль	Тема 2. Внутреннее трение в жидкостях и твёрдых телах	ОПК-9 ОПК-12 Тестирование (компьютерные технологии)
3	3	Текущий контроль	Тема 3. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость	ОПК-9 ОПК-12 Тестирование (компьютерные технологии)
4	3	Текущий контроль	Тема 4. Граничная смазка	ОПК-9 Тестирование

				ОПК-12	(компьютерные технологии)
5	3	Текущий контроль	Тема 5. Износ рельсов	ОПК-9 ОПК-12 ПК-2	Собеседование (устно), Защита лабораторной работы (устно), Тестирование (компьютерные технологии)
6	3	Промежуточная аттестация - зачет	Раздел 1. Виды трения. Внутреннее трение в жидкостях Раздел 2. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость. Физико-химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребиндера Раздел 3. Виды изнашивания: Избирательный перенос (эффект безызносности). Адгезионное изнашивание. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивания Раздел 4. Виды смазки. Граничная смазка Раздел 5. Износ рельсов	ОПК-9 ОПК-12 ПК-2	Собеседование (устно), Тестирование (компьютерные технологии)

## **2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Комплект теоретических вопросов
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Промежуточная аттестация			
4	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»		Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

**Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

Собеседования с обучающимся

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	В ответе обучающегося отражены основные теоретические положения по данному вопросу, описанный материал иллюстрируется практическими примерами. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«хорошо»		В ответе обучающегося отражены основные теоретические положения по данному вопросу, описанный материал иллюстрируется практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы,

		однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«удовлетворительно»		В ответе обучающегося отражены лишь некоторые теоретические положения по данному вопросу. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Ответ обучающегося не отражает теоретические положения по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не дает определения базовым понятиям.

### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.  Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

### Тестирование

#### Критерии и шкала оценивания текущего контроля

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 и менее тестовых заданий при прохождении

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Защита лабораторных работ**

Темы лабораторных работ:

##### **1 Лабораторная работа № 1 «Испытание материалов на твёрдость по Роквеллу».**

Цель работы: Изучить установку и получить навыки проведения испытаний материалов на твердость по Роквеллу.

Содержание занятия:

1. Назначение установки.
2. Технические характеристики.
3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:

1. Четырёхшариковая машина трения ЧМТ-1.
2. Твердомер ТН 320.
3. Микротвердомер ПМТ-3М.
4. Твердомер ТШП-4.
5. Твердомер ТР-2140.
6. Твердомер ТЭМП-3.
7. Разрывная машина ИР-100.
8. Установка для испытания на контактную выносливость.

Контрольные вопросы:

- измерение твёрдости по Роквеллу. Процедура измерения твёрдости по Роквеллу;
- условия применения шкал А, В, С;
- формулы вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Бринеллю, особенности метода и условия измерения твёрдости по Бринеллю;
- единицы измерения твердости, формула вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Виккерсу. Достоинства метода и требования, которые необходимо соблюдать при измерении твёрдости;
- единицы измерения, формула вычисления твёрдости.
- измерение твёрдости по Шору. Правила измерения;
- что понимается под микротвёрдостью?
- инденторы, применяемые при измерении микротвёрдости.

##### **2 Лабораторная работа № 2 «Испытание на твёрдость рельсовой стали по Бринеллю».**

Цель работы: Изучить установку и получить навыки проведения испытаний материалов на твердость по Бринеллю.

Содержание занятия:

1. Назначение установки.
2. Технические характеристики.
3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:



1. Четырёхшариковая машина трения ЧМТ-1.
2. Твердомер ТН 320.
3. Микротвердомер ПМТ-3М.
4. Твердомер ТШП-4.
5. Твердомер ТР-2140.
6. Твердомер ТЭМП-3.
7. Разрывная машина ИР-100.
8. Установка для испытания на контактную выносливость.

Контрольные вопросы:

- измерение твёрдости по Бринеллю, особенности метода и условия измерения твёрдости по Бринеллю;
- единицы измерения твердости, формула вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Роквеллу. Процедура измерения твёрдости по Роквеллу;
- условия применения шкал А, В, С;
- формулы вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Виккерсу. Достоинства метода и требования, которые необходимо соблюдать при измерении твёрдости;
- единицы измерения, формула вычисления твёрдости.
- измерение твёрдости по Шору. Правила измерения;
- что понимается под микротвёрдостью?
- инденторы, применяемые при измерении микротвёрдости.

### **3 Лабораторная работа № 3 «Определение параметров шероховатости на приборе TR-200».**

Цель работы: Получение навыков **определения параметров шероховатости на приборе TR-200.**

Содержание занятия:

1. Назначение прибора TR-200.
2. Технические характеристики.
3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:

1. Установка на абразивное изнашивание с закреплёнными абразивными частицами ЧМТ-1 с прибором TR-200.
2. Центробежный ускоритель ЦУК-1 для испытания на газоабразивное изнашивание.
3. Аналитические весы «Ohaus».

Контрольные вопросы:

- как определяется показатель износа  $D_u$  ?
- в течение какого времени проходит испытание при определении показателя износа?
- какие смазочные вещества считаются лучшими по показателю износа?

### **4 Лабораторная работа № 4 «Изучение машины трения ИИ-5018».**

Цель работы: Изучить машину трения ИИ-5018 и получить навыки ее эксплуатации.

Содержание занятия:

1. Назначение машины ИИ-5018.
2. Технические характеристики.
3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:

1. Машина трения ИИ-5018.

Контрольные вопросы:

- как определяется (задаётся) величина проскальзывания образцов относительно друг друга?

- как определяется величина скольжения за период испытания?
- как определить величину относительного скольжения образцов, вызванного разностью диаметров образцов?
- какие параметры испытания фиксируются в текстовом документе?
- какие операции необходимо провести на машине до установки образцов?
- как проверяется биение образцов и чему равно допустимое биение?
- назовите источники опасности при работе на машине трения ИИ-5018?
- в какой последовательности проводятся операции в начале и конце испытания?

### **5 Лабораторная работа № 5 «Испытание на твёрдость по Виккерсу».**

Цель работы: Изучить установку и получить навыки проведения испытаний материалов на твердость по Виккерсу.

Содержание занятия:

1. Назначение установки.
2. Технические характеристики.
3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:

1. Четырёхшариковая машина трения ЧМТ-1.
2. Твердомер ТН 320.
3. Микротвердомер ПМТ-3М.
4. Твердомер ТШП-4.
5. Твердомер ТР-2140.
6. Твердомер ТЭМП-3.
7. Разрывная машина ИР-100.
8. Установка для испытания на контактную выносливость.

Контрольные вопросы:

- измерение твёрдости по Виккерсу. Достоинства метода и требования, которые необходимо соблюдать при измерении твёрдости;
- единицы измерения, формула вычисления твёрдости.
- измерение твёрдости по Роквеллу. Процедура измерения твёрдости по Роквеллу;
- условия применения шкал А, В, С;
- формулы вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Бринеллю, особенности метода и условия измерения твёрдости по Бринеллю;
- единицы измерения твердости, формула вычисления твёрдости;
- измерение твёрдости по Шору. Правила измерения;
- что понимается под микротвёрдостью?
- инденторы, применяемые при измерении микротвёрдости.

### **6 Лабораторная работа № 6 «Исследование влияния соотношения твёрдости рельсовой и бандажной сталей на интенсивность изнашивания».**

Цель работы: определение максимального момента трения, определения коэффициента трения качения и коэффициента сопротивления качению, определение силы трения, определения интенсивности изнашивания рельсовой и бандажной сталей, определение контролируемых параметров: твёрдость и шероховатость образцов, температура образцов в процессе испытания, нагрузка на образцы, величина скольжения, скорость вращения нижнего вала. Испытания проводятся по схеме «ролик – ролик».

Содержание занятия:

1. Измерить диаметры образцов.
2. Определить шероховатость рабочей поверхности образцов.
3. Очистить поверхность образцов от маслянистых плёнок, промыв их ацетоном.
4. Обезводит поверхность этиловым спиртом.
5. Высушить образцы.
5. Взвесить образцы на аналитических весах.
6. Установить образцы на машине.

7. Установить скорость вращения.

Приборы и принадлежности:

1. Машина трения ИИ-5018.
2. Аналитические весы «Ohaus».
3. Пирометр.

Контрольные вопросы:

- решающее правило для методов статистических решений;
- что называется интенсивностью изнашивания?
- как определяется интенсивность изнашивания рельсов?
- как определяется интенсивность изнашивания гребней колёс тягового подвижного состава?
- как определяется шероховатость поверхности  $R_a$ ?
- что называется коэффициентом трения качения?
- что называется коэффициентом сопротивления качению?

### **7 Лабораторная работа № 7 «Исследование износостойкости рельсовой стали при смазывании СР-КУМ».**

Цель работы: Изучение влияния смазочного материала на момент трения, коэффициент трения, интенсивность изнашивания по сравнению с трением без смазочного материала, определение коэффициента трения качения и коэффициента сопротивления качению, определение силы трения, определения интенсивности изнашивания рельсовой и бандажной сталей.

Содержание занятия:

1. Измерить диаметры образцов.
2. Определить шероховатость рабочей поверхности образцов.
3. Очистить поверхность образцов от маслянистых плёнок, промыв их ацетоном.
4. Обезводит поверхность этиловым спиртом.
5. Высушить образцы.
5. Взвесить образцы на аналитических весах.
6. Установить образцы на машине.
7. Провести испытания.
8. Обработка результатов эксперимента.
9. Вычислить отношение коэффициента сопротивления качению при сухом  $f_c$  трении к коэффициенту сопротивления качению  $f$  при трении со смазочным материалом по формуле  $j = f_c/f$ .

Приборы и принадлежности:

1. Машина трения ИИ-5018.
2. Аналитические весы «Ohaus».
3. Пирометр.

Контрольные вопросы:

- какая смазка называется граничной?
- отчего зависит коэффициент трения при граничной смазке?
- какова зависимость коэффициента трения от молекулярной массы смазочного материала?
- в чём заключается латентный период граничной смазки?
- что называется смазкой, смазочным материалом и смазыванием?
- назначение смазочного материала.
- виды смазок по типу разделения поверхностей.
- какие жидкости называются ньютоновскими?
- что называется гидродинамической и гидростатической смазками?
- какие факторы могут вызвать эффект гидродинамического давления?
- что добавляют в минеральные масла для образования прочной адсорбционной плёнки?

### **8 Лабораторная работа № 8 «Износостойкость при трении о незакрепленные абразивные частицы».**

Цель работы: Изучить установку на абразивное изнашивание о незакрепленные абразивные частицы и получить навыки ее применения.

Содержание занятия:

1. Назначение машины ИИ-5018.
2. Технические характеристики.

3. Принцип действия.
4. Подготовка к работе.
5. Порядок работы.
6. Меры безопасности.
7. Проведение испытания.
8. Анализ полученных результатов.

Приборы и принадлежности:

1. Установка на абразивное изнашивание о незакрепленные абразивные частицы.
2. Центробежный ускоритель ЦУК-1 для испытания на газоабразивное изнашивание.
3. Центробежный ускоритель ЦУК-1 для испытания на газоабразивное изнашивание.
4. Аналитические весы «Ohaus».
5. Пирометр.

Контрольные вопросы:

- как определяется (задаётся) величина проскальзывания образцов относительно друг друга?
- как определяется величина скольжения за период испытания?
- как определить величину относительного скольжения образцов, вызванного разностью диаметров образцов?
- какие параметры испытания фиксируются в текстовом документе?
- какие операции необходимо провести на машине до установки образцов?
- как проверяется биение образцов и чему равно допустимое биение?
- назовите источники опасности при работе на машине трения ИИ-5018?
- в какой последовательности проводятся операции в начале и конце испытания?

### **9 Лабораторная работа № 9 «Испытание на износостойкость рельсовой и бандажной сталей при применении смазочного материала МС-27 в присутствии абразива».**

Цель работы: Исследовать влияние абразивного материала в смазочном материале на интенсивность изнашивания рельсовой и бандажной сталей, исследовать влияние абразивного материала в смазочном материале на коэффициент трения качения, сравнить интенсивность изнашивания образцов при трении со смазочным материалом с интенсивностью изнашивания с абразивом в смазочном материале.

Содержание занятия:

1. Подготовить композицию из смеси смазочного материала и абразива в заданном соотношении компонентов.
2. Измерить диаметры образцов.
3. Определить шероховатость рабочей поверхности образцов.
4. Очистить поверхность образцов от маслянистых плёнок, промыв их ацетоном.
5. Обезводит поверхность этиловым спиртом.
6. Высушить образцы.
7. Взвесить образцы на аналитических весах.
8. Установить образцы на машине.
9. Провести эксперимент.
10. Вычислить отношение коэффициента сопротивления качению при трении со смазочным материалом с абразивом к коэффициенту сопротивления качению  $f$  при трении со смазочным материалом по формуле без абразива.  $J_1 = f_1 / f_c$ .

Приборы и принадлежности:

1. Машина трения ИИ-5018.
2. Аналитические весы «Ohaus».
3. Пирометр.
4. Абразивный материал (кварцевый песок).

Контрольные вопросы:

- что называется коэффициентом трения качения?
- назовите размерность коэффициента трения качения
- какие деформации вызывает абразив при трении?
- какие материалы применяются для изготовления деталей, работающих в абразивной массе?
- как влияет наличие абразива в смазке на интенсивность изнашивания?
- какова зависимость износа от размера абразивных частиц?

- какова зависимость износа от количества абразива?
- как проявляется влияние скорости скольжения при абразивном изнашивании?
- какова зависимость износа материала от его твёрдости при постоянной твёрдости абразива?

### 3.2 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Что называется износостойкостью?
2. Какие существуют виды трения в зависимости от вида относительного перемещения?
3. Что называется коэффициентом трения скольжения?
4. Что называется коэффициентом трения качения и коэффициентом сопротивления качению?
5. Что называется градиентом скорости? Какова его размерность?
6. Как вычисляется сила трения между пластинами, разделёнными слоем однородной жидкости?
7. График зависимости силы трения от скольжения.
8. Что называется динамической вязкостью? Размерность динамической вязкости.
9. Назовите единицы измерения вязкости в системе СИ и СГС
10. Что называется относительной и удельной вязкостью?
11. Что такое кинематическая вязкость и какова её размерность?
12. Назовите единицы измерения кинематической вязкости в системе СИ и СГС?
13. ем вызвано внутреннее трение в твердых телах?
14. Как определяется динамическая вязкость методом Ньютона?
15. Как изменяется динамическая вязкость в зависимости от температуры и давления?
16. Какие бывают макроскопические отклонения профиля поверхности и причины их возникновения?
17. Назовите типы микроотклонений и причины их появления.
18. Назовите характеристики волнистости поверхности.
19. Что называется шероховатостью поверхности?
20. Как определяются параметры шероховатости  $R_z$ ,  $R_a$ ,  $R_{max}$ ,  $S_m$ ,  $r$ ?
21. Как строится опорная кривая профиля поверхности и как она используется?
22. В каком диапазоне изменяется базовая длина?
23. Что называется сорбцией и адсорбцией, адсорбентом и адсорбатом?
24. Назовите два вида адсорбции.
25. Что называется эффектом Ребиндера и каковы его особенности?
26. Какими особенностями обладают поверхностно-активные вещества? На каких телах проявляется эффект Ребиндера?
27. Назовите меры адсорбционного понижения прочности.
28. Приведите примеры использования эффекта Ребиндера в технике.
29. В чём заключается закон Амонтона - Кулона?
30. Приведите примеры нарушения закона Амонтона - Кулона.
31. Сформулируйте классические законы трения.
32. Что называется адгезией? В чём заключаются законы адгезии?
33. В каких случаях наблюдается максимальное проявление адгезии?
34. От чего зависит напряжение среза адгезионной связи? Как вычислить адгезионную составляющую коэффициента трения? Как вычислить деформационную составляющую силы трения?
35. Способы создания положительного градиента сдвигового сопротивления.
36. Что называется смазкой, смазочным материалом и смазыванием?
37. Назначение смазочного материала.
38. Виды смазок по типу разделения поверхностей.
39. Какие жидкости называются ньютоновскими?
40. Что называется гидродинамической и гидростатической смазками?
41. Что называется числом Зоммерфельда? Что характеризует диаграмма Герси – Штрибека и её характерные точки?
42. Какие факторы могут вызвать эффект гидродинамического давления?
43. Что называется граничной смазкой?
44. Что добавляют в минеральные масла для образования прочной адсорбционной

плёнки?

45. От каких факторов зависит коэффициент трения при граничной смазке?
46. Как зависит коэффициент трения от молекулярного веса смазочного материала?
47. Как зависит коэффициент трения от давления?
48. Как зависит коэффициент трения от скорости скольжения?
49. Какова роль кислорода при граничной смазке?
50. Назовите специальные методы организации граничной смазки и в чём их суть.
51. Назовите области применения газовой смазки.
52. Как влияют микроруклонения профиля поверхности от номинальных размеров на эффективность газовой смазки?
53. Как влияют изменения плотности и вязкости газов на несущую способность газового слоя?
54. Какими достоинствами и недостатками обладает газовая смазка?
55. Назовите основные виды изнашивания.
56. Какие три группы факторов влияют на вид износа и его интенсивность?
57. В чём заключается абразивное изнашивание?
58. Какую роль играют окислительные процессы при абразивном изнашивании? Какую роль играет температура при абразивном изнашивании?
59. В каком диапазоне изменяется скорость абразивного изнашивания?
60. Какие материалы применяются для изготовления деталей, работающих в абразивной массе?
61. Как влияет наличие абразива в смазке на интенсивность изнашивания?
62. Какова зависимость износа от размера абразивных частиц?
63. Какова зависимость износа от количества абразива?
64. Как проявляется влияние скорости скольжения при абразивном изнашивании?
65. Какова зависимость износа материала от его твёрдости при постоянной твёрдости абразива?
66. Каково влияние углерода в стали на интенсивность изнашивания при ударно-абразивном изнашивании?
67. Как влияет механический наклёп металлов на сопротивление абразивному изнашиванию?
68. Какие характерные области можно выделить при абразивном изнашивании в зависимости от соотношения твёрдости абразива и материала?
69. Меры предупреждения абразивного изнашивания.
70. Каково влияние мелких частиц абразива (менее 5 мкм) на износ?
71. В чём заключается эффект избирательного переноса (ИП) ?
72. Каковы особенности сервоитной плёнки? Какие возможны механизмы образования сервоитной плёнки?
73. Какие смазки называются металлоплакирующими?
74. Каково влияние сервоитной плёнки на ФПК и давление?
75. В чём заключается изнашивание схватыванием (1 рода)?
76. Для каких материалов наиболее характерно изнашивание схватыванием?
77. Какая роль окислительных процессов при изнашивании схватыванием?
78. Какова интенсивность изнашивания при изнашивании схватыванием?
79. Какие максимальные значения может принимать коэффициент трения при схватывании?
80. Каковы виды разрушения поверхностей при изнашивании схватыванием?
81. Что называется задиром, заеданием, натиром?
82. В чём заключается изнашивание схватыванием 2-го рода (тепловое изнашивание)? Каковы условия возникновения теплового изнашивания?
83. Какова глубина изменения структуры в условиях теплового изнашивания?
84. Подвержены ли тепловому изнашиванию режущие инструменты?
85. Какие типичные значения коэффициента трения при тепловом изнашивании?
86. Какова интенсивность износа при тепловом изнашивании? Каковы основные стадии теплового изнашивания?
87. Какими процессами в зоне трения обусловлено водородное изнашивание?
88. Где образуется максимальная температура при тяжёлых режимах трения и какое имеет значение этот фактор для водородного изнашивания?
88. Назовите возможные области проявления водородного изнашивания.

89. Как сказывается наличие серы, мышьяка, фосфора, селена в металлах на интенсивность водородного изнашивания?
90. Как сказывается водород на характеристиках прочности и пластичности стали?
91. При каких температурах проявляется влияние водорода на охрупчивание стали?
92. В чём различие между водородным изнашиванием и водородным охрупчиванием?
93. Назовите виды водородного изнашивания.
94. Какие возможны методы уменьшения водородного изнашивания?
95. В чём заключается процесс осповидного изнашивания?
96. Как влияет смазка на интенсивность осповидного изнашивания?
97. Где находится очаг возникновения трещин, приводящих к осповидному изнашиванию?
98. Как развивается процесс осповидного изнашивания в заключительной его стадии?
99. На какую глубину распространяются трещины и осповидные впадины?
100. Что понимается под термином «кавитация»? В чём заключается процесс кавитационного изнашивания?
101. Назовите области проявления кавитационного изнашивания? К каким побочным последствиям приводит кавитация?
102. Какие материалы наиболее стойки к кавитационному изнашиванию?
103. Как влияет углерод на стойкость к кавитационному изнашиванию?
104. Имеет ли значение толщина хромового покрытия на стойкость к кавитационному изнашиванию?
105. Что называется коррозией? Что называется пассивацией?
106. Какие детали наиболее подвержены газовой коррозии? При какой температуре резко увеличивается скорость коррозии железоуглеродистых сплавов?
107. В чём заключается электрохимическая коррозия?
108. Что называется эрозионным изнашиванием и как протекает процесс эрозионного изнашивания?
109. В чём заключается процесс фреттинг-коррозии? Каковы внешние признаки фреттинг-коррозии?
110. Назовите возможные области проявления фреттинг-изнашивания в железнодорожном транспорте?
111. Как влияет амплитуда колебаний, давление, окружающая среда на интенсивность изнашивания при фреттинге?
112. Назовите возможные методы борьбы с фреттинг-коррозией.
113. Измерение твёрдости по Бринеллю. Особенности метода и условия измерения твёрдости по Бринеллю. Единицы измерения. Формула вычисления твёрдости.
114. Измерение твёрдости по Виккерсу. Достоинства метода и требования, которые необходимо соблюдать при измерении твёрдости. Единицы измерения. Формула вычисления твёрдости.
115. Измерение твёрдости по Роквеллу. Процедура измерения твёрдости по Роквеллу. Условия применения шкал А, В, С. Формулы вычисления твёрдости.
116. Измерение твёрдости по Шору. Правила измерения.
117. Что понимается под микротвёрдостью? Инденторы, применяемые при измерении микротвёрдости.

### 3.4 Типовые контрольные задания для тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Основы трибологии»

Компетенция	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-9 способностью	1. Виды трения	1. Основные понятия о трении и изнашивания,	Знание	7 – ОТЗ 7 – ЗТЗ

использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации		формулы, законы		
		2. Виды трения по характеру относительного перемещения		
		3. Трение внешнее и внутреннее		
ОПК-12 владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов		1. Основные определения триботехнических свойств изделий	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		2. Триботехнические свойства показатели материалов и изделий, смазочных материалов	Умение	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		3. Проведение испытаний по Роквеллу, по Бринеллю	Действия	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
ОПК-9 способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	2. Внутреннее трение в жидкостях и твёрдых телах	1. Внутреннее трение в жидкостях	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		2. Внутреннее трение в твёрдых телах	Умение	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-12 владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов		1. Методы оценки свойств материалов для проектируемых объектов	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		2. Способы подбора материалов для проектируемых объектов	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-9 способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	3. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость	1. Макро- и микрогеометрия поверхностей твёрдых тел. Приработка и равновесная шероховатость	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		2. Физико-химические свойства твёрдых тел. Эффект Ребидера	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-12 владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов		1. Законы трения. Классификация видов изнашивания. Изнашивание схватыванием	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		2. Абразивное изнашивание. Водородное изнашивание. Фреттинг-изнашивание. Окислительное изнашивание	Умение	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
ОПК-9 способностью	4. Граничная смазка	1. Виды смазки	Знание	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ



использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации		2. Граничная смазка	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-12 владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов		1. Изнашивание при трении качения	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Абразивное изнашивание о незакреплённые абразивные частицы	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-9 способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	5. Износ рельсов	1. Основные причины износа рельсов	Знание	6 – ОТЗ 6 – ЗТЗ
		2. Основные дефекты при износе рельсов, мероприятия по устранению износа рельсов	Умение	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ОПК-12 владением методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых объектов	5. Износ рельсов	1. Износостойкость рельсовой и бандажной сталей без смазочного материала	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Износостойкость рельсовой и бандажной сталей при применении смазочного материала в присутствии абразива	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
ПК-2 способностью осуществлять контроль качества используемых на объекте строительства материалов и конструкций	5. Износ рельсов	1. Машина трения ИИ-5018	Знание	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		2. Эффект безызносности	Умение	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
		3. Проведение экспериментальных исследований	Действия	4 – ОТЗ 4 – ЗТЗ
			Итого	127 – ОТЗ 127 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Что такое износостойкость?

а) Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определённых условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания

б) Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определённых условиях трения, оцениваемое величиной, прямой скорости изнашивания или

интенсивности изнашивания

в) Износостойкость – это свойство материала способствовать сопротивлению изнашиванию в определённых условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или препятствию изнашивания

г) Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определённых условиях качения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания

2. Вязкость (динамическая, кинематическая) характеризует...

а) способность жидкого, полужидкого, полутвёрдого веществ оказывать сопротивление при трении, когда изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической документации

б) способность жидкого, полужидкого, полутвёрдого веществ оказывать сопротивление при трении

в) способность жидкого, полужидкого, веществ оказывать сопротивление при трении

г) способность полужидкого, полутвёрдого веществ оказывать сопротивление при трении, когда изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической документации

3. Консистенция смазочного материала – это...

а) способность пластичных смазочных материалов оказывать сопротивление деформации при внешнем воздействии

б) способность пластичных смазочных материалов оказывать сопротивление деформации при внешнем и внутреннем воздействии

в) способность пластичных смазочных материалов оказывать сопротивление деформации при внутреннем воздействии

г) способность пластичных смазочных материалов оказывать сопротивление деформации при любом воздействии

4. Совместимость смазочных материалов – это...

а) способность двух или нескольких смазочных материалов смешиваться между собой без ухудшения их эксплуатационных свойств и стабильности при хранении

б) способность двух или нескольких смазочных материалов смешиваться между собой без улучшения их эксплуатационных свойств и стабильности при хранении

в) способность двух или нескольких смазочных материалов смешиваться между собой без ухудшения их эксплуатационных характеристик при любом виде хранения

5. Под антифрикционностью трибосопряжения понимают...

а) комплекс входящих в него компонентов (антифрикционного материала, материала контртела, смазки, внешней среды и температуры), обеспечивающие скольжение твёрдых тел с малыми потерями на трение и с малым износом

б) комплекс входящих в него компонентов (антифрикционного материала, материала контртела, смазки, внешней среды и температуры), обеспечивающие скольжение любых тел с большими потерями на трение и с малым износом

в) комплекс входящих в него компонентов (антифрикционного материала, материала контртела, смазки, внешней среды и температуры), обеспечивающие скольжение жидких тел с потерями на трение и с малым износом

г) комплекс входящих в него компонентов (антифрикционного материала, материала контртела, смазки, внешней среды и температуры), обеспечивающие смещение твёрдых тел с малыми потерями на трение и с малым износом

6. Прирабатываемость – это...

а) способность материалов пары трения уменьшать силу трения, температуру и интенсивность изнашивания в процессе приработки

б) способность материалов пары трения уменьшать силу трения, давление и интенсивность изнашивания в процессе приработки

в) способность материалов пары трения уменьшать силу трения, температуру и интенсивность изнашивания в процессе износа

г) способность материалов пары трения уменьшать силу трения, силу давления и интенсивность изнашивания в процессе приработки

7. Прилегаемость при трении – это...

- а) способность материала увеличивать поверхность трения за счёт упругого и пластического деформирования поверхностного слоя, в результате чего уменьшаются контактные напряжения
- б) способность жидкости увеличивать поверхность трения за счёт упругого и пластического деформирования поверхностного слоя, в результате чего уменьшаются контактные напряжения
- в) способность материала увеличивать поверхность трения за счёт твердого и пластического деформирования поверхностного слоя, в результате чего уменьшаются контактные напряжения
- г) способность материала увеличивать поверхность трения за счёт упругого и твердого деформирования поверхностного слоя, в результате чего уменьшаются контактные напряжения

8. Способность к поглощению твёрдых частиц – это...

- а) свойство материалов, прежде всего антифрикционных, поглощать в поверхностном слое твёрдые частицы, что способствует уменьшению царапающего или режущего действия твёрдых частиц
- б) свойство материалов, прежде всего фрикционных, поглощать в поверхностном слое твёрдые частицы, что способствует уменьшению царапающего или режущего действия твёрдых частиц
- в) свойство материалов, прежде всего антифрикционных, рассеивать в поверхностном слое твёрдые частицы, что способствует уменьшению царапающего или режущего действия твёрдых частиц
- г) свойство материалов, прежде всего фрикционных, рассеивать в поверхностном слое твёрдые частицы, что способствует уменьшению царапающего или режущего действия твёрдых частиц

9. Способность поверхностного слоя отводить тепло – это...

- а) теплофизические свойства материалов, обеспечивающие отвод тепла, выделяющегося вследствие трения
- б) физические свойства материалов, обеспечивающие отвод тепла, выделяющегося вследствие трения
- в) гидрофизические свойства материалов, обеспечивающие отвод тепла, выделяющегося вследствие трения
- г) термофизические свойства материалов, обеспечивающие отвод тепла, выделяющегося вследствие трения

10. Совместимость при трении сопряжённых деталей – это...

- а) способности сочетания материалов обеспечивать приемлемые и стабильные значения силы трения, интенсивности изнашивания и вероятности заедания в заданном или возможно большем диапазоне рабочих давлений, скоростей и температур, а также обеспечить посредством приработки возможно большее увеличение этого диапазона за возможно короткое время
- б) способности сочетания жидкостей и материалов обеспечивать приемлемые и стабильные значения силы трения, интенсивности изнашивания и вероятности заедания в заданном или возможно большем диапазоне рабочих давлений, скоростей и температур, а также обеспечить посредством приработки возможно большее увеличение этого диапазона за возможно короткое время
- в) способности сочетания жидкостей обеспечивать приемлемые и стабильные значения силы трения, интенсивности изнашивания и вероятности заедания в заданном или возможно большем диапазоне рабочих давлений, скоростей и температур, а также обеспечить посредством приработки возможно большее увеличение этого диапазона за возможно короткое время
- г) способности сочетания материалов обеспечивать приемлемые и стабильные значения силы скольжения, интенсивности изнашивания и вероятности заедания в заданном или возможно большем диапазоне рабочих давлений, скоростей и температур, а также обеспечить посредством приработки возможно большее увеличение этого диапазона за возможно короткое время

11. Трибология – это...

- а) наука о трении и процессах, сопровождающих трение
- б) наука о деформациях и процессах, сопровождающих трение
- в) наука о качении и процессах, сопровождающих трение
- г) наука о трении и процессах, сопровождающих перемещение

12. В буксовых узлах применяется смазка:

- а) ЛЗ-ЦНИИ (У);
- б) солидол жировой Ж;

в) ЖТ-79Л.

13. Для смазки шарнирных соединений тормозной рычажной передачи тележек грузовых вагонов применяют:

- а) солидол жировой Ж;
- б) ПЛАСМА-Т5;
- в) ПГК-1.

14. Рельсовой смазкой является:

- а) ЦИАТИМ-201;
- б) смазка ЖР марки «Ед»;
- в) ПЛАСМА-Т5.

15. Установите соответствие между дефектом подшипника и причиной его возникновения:

<i>Процесс</i>	<i>Определение</i>
1. Абразивное изнашивание	а) происходит вследствие попадания со смазочным материалом на трущиеся поверхности частиц (пыли, грязи) и неизбежного трения при пуске и останове
2. Заедание	б) происходит при перегреве подшипника
3. Схватывание	в) возникает при потере масляной пленки своей защитной способности из-за повышенных местных давлений и температур

16. Установите соответствие между названием процесса и его определением:

<i>Процесс</i>	<i>Определение</i>
1. Адсорбция	а) явление образования на поверхности твёрдого тела тончайших пленок газов, паров или растворенных веществ, либо поглощение этих веществ поверхностью тела
2. Физическая адсорбция	б) протекает с большой интенсивностью в местах нарушения регулярности кристаллической решетки
3. Химическая адсорбция	в) протекает с низкой интенсивностью в местах нарушения регулярности кристаллической решетки

17. В первом приближении свободная поверхностная энергия равна....

- а) 1/6 энергии сублимации;
- б) 1/4 энергии сублимации;
- в) 1/2 энергии сублимации.

18. Определение силы трения скольжения.

Однородный брус опирается в точке **A** на негладкий горизонтальный пол и удерживается в точке

**B** веревкой (рис. 1.30). Коэффициент трения бруса об пол равен  $f$ . При каком угле  $\varphi$  наклона веревки к горизонту брус начнет скользить по полу? Угол  $\alpha$ , образуемый брусом с полом, равен  $45^\circ$ .

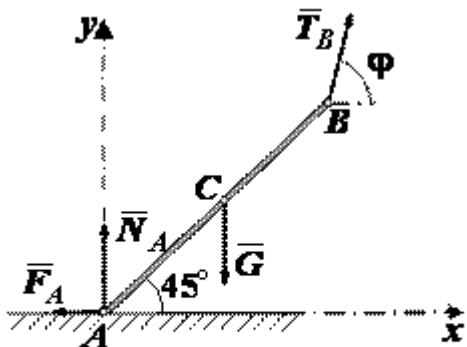


Рис. 1.30

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование по изученной теме проводится только после выполнения домашнего задания. Преподаватель оценивает выполненное домашнее задание обучающимися в установленные сроки. Он сразу же информирует обучающихся о результатах оценки занятия после проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения. Если обучающийся не выполнил критерии контрольно-оценочного мероприятия, то ему преподаватель назначает время для устранения задолженности.
Защита лабораторной работы	Преподаватель оценивает выполненную лабораторную работу обучающимися в конце данного занятия. Он сразу же информирует обучающегося о результатах оценки работы после проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения. Если обучающийся не выполнил критерии контрольно-оценочного мероприятия, то преподаватель назначает ему время для устранения задолженности.
Зачет	Промежуточная аттестация в форме зачета проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания. Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к зачету; одно практическое задание для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к зачету)

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме зачета составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

**Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения**

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

**Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.


В разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы» приведены типовые контрольные задания, для оценки результатов освоения образовательной программы. Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с формами оформления оценочных средств, приведенными ниже, и не выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На зачете и экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

**Образец билета для зачета**

 ИрГУПС 2018-2019 уч. год	<p align="center"><b>Билет на зачет № 4</b>                  по дисциплине «<b>Основы трибологии</b>»                  3 курс</p>	<p align="center">Утверждаю:                  Заведующий кафедрой                  «ФМиП» ИрГУПС                  _____ <b>О.В. Горева</b></p>
<p>1. График зависимости силы трения от скольжения.</p> <p>2. Что называется динамической вязкостью? Размерность динамической вязкости.</p> <p>3. Рельсовой смазкой является:                  а) ЦИАТИМ-201;                  б) смазка ЖР марки «Ед»;</p>		

В) ПЛАСМА-Т5.