

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Красноярский институт железнодорожного транспорта

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.О.37 Трение и изнашивание узлов транспортных
и транспортно-технологических машин и
оборудования (ТиТТМО)
рабочая программа дисциплины**

Направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль – Управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электроподвижного состава

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма и срок обучения – 4 года очная форма

Кафедра-разработчик программы – Эксплуатация железных дорог

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической
подготовки (ПП) – 4/4 (очная / заочная)

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения: зачет 7 семестр,

заочная форма обучения: зачет 4 курс, контрольная работа 4 курс

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Число недель в семестре	14	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/в форме ПП*	42/4	42/4
– лекции	14	14
– практические (семинарские)	28/4	28/4
Самостоятельная работа	66	66
Зачет	-	-
Итого	108	108

КРАСНОЯРСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриата), утверждённым приказом Минобрнауки России от 07 августа 2020 года № 916.

Программу составил:
старший преподаватель

А.Г. Андриевский

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Эксплуатация железных дорог», протокол от «17» апреля 2024 г. № 7.

И.о. зав. кафедрой, канд. техн. наук, ст. преподаватель

В.С. Томилов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	формирование теоретических знаний в области физических основ теории трения и изнашивания узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2	привитие навыков проведения расчетов узлов трения, разработки и применения методов повышения износостойкости трущихся деталей узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение видов трения и изнашивания узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, физико-химических свойств поверхностных слоев трущихся тел
2	изучение типов и характеристик смазочных материалов, основ расчета узлов трения и получения практических навыков владения ими
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
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:	
<ul style="list-style-type: none"> – 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.О.07 Математика
2	Б1.О.10 Физика
3	Б1.В.ДВ.08.01 Общий курс железных дорог
4	Б1.В.ДВ.08.02 Структура железнодорожного транспорта России
5	Б1.В.ДВ.04.01 Конструкция и эксплуатационные свойства ЭПС
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.36 Экономика, организация и планирование локомотиво-ремонтного предприятия
2	Б1.О.54 Основы электропривода технологических установок
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Готовность к организации эксплуатации транспортно-технологических комплексов	ПК-1.2 Владеет навыками исследований, разработки и моделирования транспортно-технологических процессов, и их элементов	Знать: <ul style="list-style-type: none"> – термины и определения основных понятий в области трения, изнашивания в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; – физико-химические свойства поверхностных слоев трущихся тел; – характер взаимодействия поверхностей тел на границе контакта при взаимном перемещении; – применяемые в трущихся узлах ТгТМО основные смазочные материалы и их функции; – существующие методы расчета прочности и изнашивания материала при трении.

		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">– истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в природе и технике;– использовать законы физики при истолковании механической природы трения;– производить расчеты на прочность и изнашивание материала при трении. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">– терминологией физики контактного взаимодействия;– навыками исследования процесса трения; <p>выбором существующих методов повышения износостойкости трущихся деталей ТигТМО</p>
--	--	--

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения	7	6	12/4	-	22	
1.1	Основные понятия и определения триботехники. Актуальные задачи трибологии и триботехники	7	2	4		4	ПК-1.2
1.2	Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	7	2	4/4		9	ПК-1.2
1.3	Классификация видов трения и изнашивания. Закон Кулона. Применение законов Кулона для решения практических задач.	7	2	4		9	ПК-1.2
2.0	Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей ТiТТМО	7	6	8	-	22	
2.1	Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава. Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.	7	2	2		10	ПК-1.2
2.2	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава	7	2	2		6	ПК-1.2
2.3	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.	7	2	4		6	ПК-1.2
3.0	Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей ТiТТМО.	7	2	8	-	22	
3.1	Основы расчета узлов трения. Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.	7	1	4		12	ПК-1.2
3.2	Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.	7	1	4		10	ПК-1.2
	Выполнение контрольной работы	7					ПК-1.2
	Итого	7	14	28	-	66	
	Зачет	7					

**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 по дисциплине: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.1	Жданов А. Г., Свечников А. А., Кожевнико в В. А.; рецензенты: Киров Ю. А., Самохвалов В. Н.	Основы триботехники наземных транспортно-технологических средств [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. - https://umczdt.ru/books/937/260750/	Москва : УМЦ ЖДТ, 2022	100 % online
6.1.1.2	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч.1. Основы теории трения [Электронный ресурс]: учебное пособие- - URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D620%2F%D0%9A68%2D133161%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	ИрГУПС	100 % online
6.1.1.3	Коротаев Б.В.	Основы трибологии. Ч.2. Виды изнашивания деталей машин [Электронный ресурс]: учебное пособие. - URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D620%2F%D0%9A68%2D053145%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	ИрГУПС	100 % online

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	Анухин В.И.	Допуски и посадки [Электронный ресурс]: учеб. пособие	СПб.: Питер, 2007	100 % online
6.1.2.2	Беркович И.И., Громаковск ий Д.Г.	Трибология. Физические основы, механика и технические приложения [Электронный ресурс]: учеб. для вузов	Самар. гос. техн. ун-та, 2000	100 % online

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во экз.
--	---------	----------	---------------	-------------

	составители		год издания/ Личный кабинет обучающегося	в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.3.1	Трофимов А.Н., Лыткина Е.М., Ранюк С.А.	Трение и изнашивание узлов ТиТТМО [Электронный ресурс]: курс лекций для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. - URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D621%2E7%2F%D0%A2%2076%2D212181%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2021	100 % онлайн
6.1.3.2	Трофимов А.Н., Лыткина Е.М., Ранюк С.А.	Трение и изнашивание узлов ТиТТМО [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D621%2E7%2F%D0%A2%2076%2D539965%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2021	100 % онлайн
6.1.3.3	Трофимов А.Н., Лыткина Е.М., Ранюк С.А.	Трение и изнашивание узлов ТиТТМО [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.- URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D621%2E7%2F%D0%A2%2076%2D234560%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&auto_open=4	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2021	100 % онлайн
6.1.3.4	Андриевский А. Г.	Трение и изнашивание узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО) : методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся направления 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профилю «Управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электроподвижного состава» http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&S21COLORTERMS=1&P21DBN=IBIS&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&LNG=&Z21ID=1030_2&S21FMT=briefHTML_ft&USES21ALL=1&S21ALL=%3C%2E%3E%3D621%2E7%2F%D0%90%2065%2D940647512%3C%2E%3E&FT_PREFIX=KT=&SEARCH_STRING=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=5&a	Красноярск: ЭБ КрИЖТ ИрГУПС, 2023	100% онлайн

	uto_open=4		
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»			
6.2.1	Библиотека КрИЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. – Красноярск. – URL: http://irbis.krsk.irkups.ru/ . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.		
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ» : электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – 2024. – URL: http://umczdt.ru/books/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.		
6.2.3	Znanium : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011 – 2024. – URL: http://znanium.ru . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.		
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020. – URL: https://urait.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.		
6.2.5	Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – 2024. – URL: https://biblioclub.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.		
6.2.6	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: http://sdo1.krsk.irkups.ru/ . – Текст : электронный.		
6.2.7	Национальная электронная библиотека : федеральный проект : сайт / Министерство Культуры РФ. – Москва, 2014 – 2024. – URL: https://rusneb.ru/ . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.		
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: https://company.rzd.ru/ . – Текст : электронный.		
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: http://dcnti.krw.rzd . – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.		
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы			
6.3.1 Базовое программное обеспечение			
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).		
6.3.2 Специализированное программное обеспечение			
6.3.2.1	Не используется		
6.3.3 Информационные справочные системы			
6.3.3.1	Гарант : справочно-правовая система : база данных / ООО «ИПО «ГАРАНТ». – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.		
6.3.3.2	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте (БД АСПИЖТ) : сайт КонсультантПлюс / АО НИИАС. – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.		
6.4 Правовые и нормативные документы			
6.4.1	Не используется		
7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ			
1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2 И		
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), 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, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования –		
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы А-224, А-409, А-414, Л-203, Л-204, Л-214, Л-404, Л-410, Н-204, Н-207, Т-46, Т-5.		

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. 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</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия.</p> <p>Практическая подготовка, включаемая в практические занятия, предполагает выполнение обучающимся отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Трение и изнашивание узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 66 час по очной форме обучения, 92 часов по заочной форме обучения. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература.</p> <p>Цели внеаудиторной самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • стимулирование познавательного интереса; • закрепление и углубление полученных знаний и навыков; • развитие познавательных способностей и активности студентов, самостоятельности, ответственности и организованности; • подготовка к предстоящим занятиям;

	<ul style="list-style-type: none"> • формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; • формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений, и, в том числе, формирование компетенций. <p>Традиционные формы самостоятельной работы студентов следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с конспектом лекции, т.е. дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет); - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана и тезисов ответа; - подготовка сообщений на семинаре; - ответы на контрольные вопросы; - решение задач; - подготовка к практическому занятию. <p>При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к «Методические указания по выполнению самостоятельной работы». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Практические работы должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями Положения «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль».</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде КриЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Б1.О.37 Трение и изнашивание узлов транспортных и
транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)**

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий.

Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Трение и изнашивание узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)» участвует в формировании компетенции:

ПК-1 Готовность к организации эксплуатации транспортно-технологических комплексов.

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр					
1	1-2	Текущий контроль	1.1 Основные понятия и определения триботехники. Актуальные задачи трибологии и триботехники	ПК-1.2	Собеседование (устно)
2	3-4	Текущий контроль	1.2 Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	ПК-1.2	Собеседование (устно) В рамках ПП*: Задания реконструктивного уровня (письменно)
3	5-6	Текущий контроль	1.3 Классификация видов трения и изнашивания. Закон Кулона. Применение законов Кулона для решения практических задач.	ПК-1.2	Собеседование (устно)
4	7-8	Текущий контроль	2.1 Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава. Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.	ПК-1.2	Собеседование (устно); Тестирование (компьютерные технологии)
5	9-10	Текущий контроль	2.2 Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава	ПК-1.2	Собеседование (устно)
6	11-12	Текущий контроль	2.3 Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.	ПК-1.2	Собеседование (устно)
7	12-13	Текущий контроль	3.1 Основы расчета узлов трения. Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.	ПК-1.2	Собеседование (устно)
8	13-14	Текущий контроль	3.2 Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.	ПК-1.2	Собеседование (устно)
9	14	Текущий контроль	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей ТиТТМО Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей ТиТТМО.	ПК-1.2	Тестирование (компьютерные технологии)
10	14	Промежуточная аттестация - зачет	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей ТиТТМО	ПК-1.2	Собеседование (устно)

			Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей ТигТМО.		
--	--	--	---	--	--

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

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 двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, 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	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий	Задания реконструктивного уровня
3	Тестирование	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	Типовые тестовые задания
4	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины/
прохождении практики при проведении промежуточной аттестации
в форме зачета и/или экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«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
	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
	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
«не зачтено»	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	Компетенция не сформирована

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

Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	Не было попытки выполнить задание

Задания реконструктивного уровня

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках

	усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

Тестирование

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

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации 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 тестирования

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

3.1 Типовые вопросы для собеседования Образец типовых вопросов для собеседования

№	Наименование темы	Типовые вопросы
1.	1.1 Основные понятия и определения триботехники. Актуальные задачи трибологии и триботехники	<ul style="list-style-type: none"> • Основные понятия и определения триботехники. • Основные понятия и определения триботехники.
2.	1.2 Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	<ul style="list-style-type: none"> • Контакт поверхностей. • Микрогеометрия поверхностей. • Нагрузка, скорость и температура в контакте. • Актуальные задачи трибологии и триботехники; • Физико-химические свойства поверхностных слоев трущихся тел. • Качество поверхности. • Остаточные напряжения и микротвердость.
3.	1.3 Классификация видов трения и изнашивания. Закон Кулона. Применение законов Кулона для решения практических задач.	<ul style="list-style-type: none"> • Поверхностная энергия. • Адсорбция и хемосорбция. • Эффект Ребиндера. • Химическая активность. • Адгезия. • Структура поверхности. • Характер взаимодействия между частицами вещества. • Классификация видов трения и изнашивания. • Классификация видов трения. • Классификация видов изнашивания. • Пути снижения интенсивности изнашивания. • Причины и механизм образования видов трения и изнашивания.
		<ul style="list-style-type: none"> • Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения. Законы Кулона для трения качения. • Применение законов Кулона для решения практических задач.
4.	2.1 Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава. Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.	<ul style="list-style-type: none"> • Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава • Требования к смазочным материалам. • Смазочные материалы, применяемые в буксовых узлах подвижного состава. • Смазочные материалы, применяемые для механизмов железнодорожных тормозов. • Рельсовые и контактные смазочные материалы. • Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. • Классификация методов нанесения износостойких покрытий. • Наплавка износостойких покрытий. • Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов.

№	Наименование темы	Типовые вопросы
		<ul style="list-style-type: none"> • Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава. • Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения. • Основы расчета узлов трения. • Принцип оценки работоспособности по предельным состояниям объекта. • Расчет на износостойкость. • Расчет коэффициента трения. • Расчет толщины смазочного слоя. • Расчет на заедание. • Выполнение расчета узлов трения подвижного состава. • Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. • Трибосистема: Пятник-подпятник. • Трибосистема: Рельс – колесо – тормозная колодка. • Трибосистема: Фрикционный клин – фрикционная планка. • Оценка износа трущихся деталей подвижного состава. • Оценка износа трущихся деталей подвижного состава
5.	2.2 Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава	<ul style="list-style-type: none"> • Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. • Выбор конструкционных материалов узлов трения подвижного состава с учетом их совместимости. • Материалы, применяемые в узлах трения подвижного состава, их физико-механические и химические свойства. • Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.
6.	2.3 Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.	<ul style="list-style-type: none"> • Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. • Классификация методов нанесения износостойких покрытий. • Наплавка износостойких покрытий. • Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. • Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава. • Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.
7.	3.1 Основы расчета узлов трения. Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.	<ul style="list-style-type: none"> • Основы расчета узлов трения. • Принцип оценки работоспособности по предельным состояниям объекта. • Расчет на износостойкость. • Расчет коэффициента трения. • Расчет толщины смазочного слоя. • Расчет на заедание. • Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.

№	Наименование темы	Типовые вопросы
8.	3.2 Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. • Трибосистема: Пятник-подпятник. • Трибосистема: Рельс – колесо – тормозная колодка. • Трибосистема: Фрикционный клин – фрикционная планка. • Оценка износа трущихся деталей подвижного состава. • Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.

3.2 Типовые задания реконструктивного уровня

Варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде КрИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов практических заданий, предусмотренных рабочей программой.

Образец типового варианта практического задания,
выполняемой рамках практической подготовки,
по теме «1.2 Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел.
Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования
видов трения и изнашивания»
(трудовая функция В/04.6 Методическое обеспечение эксплуатации и ремонта
сложного технологического оборудования механосборочного производства; трудовые
действия, связанные с будущей профессиональной деятельностью: изучение причин
отказов и повреждений сложного технологического оборудования)

Задание: изучить теоретический материал по теме

Между движущимися телами в плоскости их соприкосновения возникает **сила трения скольжения**. Обусловлено это прежде всего шероховатостью соприкасающихся поверхностей и наличием сцепления у прижатых тел.

В инженерных расчетах обычно пользуются установленными опытным путем закономерностями, которые с некоторой степенью точности отражают действие силы трения. Эти закономерности называют **законами трения скольжения (Кулона)**. Их можно сформулировать следующим образом.

1. При стремлении сдвинуть одно тело относительно другого в плоскости их соприкосновения возникает сила трения F , модуль которой может принимать любые значения от 0 до F_{max} , т. е. $0 \leq F \leq F_{max}$. Сила трения приложена к телу и направлена в сторону, противоположную возможному направлению скорости точки приложения силы;

2. Максимальная сила трения равна произведению коэффициента трения f на силу нормального давления N : $F_{max} = f \times N$.

Коэффициент трения f — безразмерная величина, зависящая от материалов и состояния поверхностей соприкасающихся тел (шероховатость, температура, влажность и т. п.). Определяют его опытным путем.

Различают коэффициенты трения покоя и трения скольжения, причем последний, как правило, зависит и от скорости скольжения.

Коэффициент трения покоя соответствует такой максимальной силе трения F_{max} , при которой имеется предельное состояние равновесия. Малейшее увеличение внешних сил может вызвать движение.

Коэффициент трения покоя, как правило, немного больше коэффициента трения скольжения. С увеличением скорости скольжения значение коэффициента трения скольжения сначала незначительно уменьшается, а затем остается практически неизменным. Значения коэффициентов трения для некоторых пар трения, следующие: дерево по дереву 0,4 – 0,7; металл по металлу 0,15 – 0,25; сталь по льду 0,027.

3. Максимальная сила трения в довольно широких пределах не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.

Силу трения скольжения иногда называют *силой сухого трения*.

Реакция идеально гладкой поверхности, как уже говорилось выше, направлена по нормали к поверхности. На шероховатой поверхности могут возникать силы трения скольжения. Поэтому реакцию шероховатой поверхности представим в виде двух составляющих (рисунок 4.1): нормальной реакции N (равна по модулю силе нормального давления) и перпендикулярной ей силы трения F .

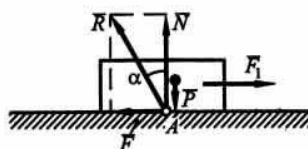


Рисунок 1 – Реакция шероховатой поверхности

Полная реакция $R = N + F$ всегда отклонена от нормали к поверхности на некоторый угол "альфа".

На рисунке видно, что $tg\alpha = F/N$. Если тело лежит на горизонтальной шероховатой поверхности и на него не действуют никакие внешние силы, кроме силы тяжести, то $F = 0$, а полная реакция $R = N$ и перпендикулярна опорной поверхности. Приложив к телу силу F_1 , мы стремимся вызвать его движение, но оно не происходит, так как возникает сила трения $F = -F_1$, причем $F \leq F_{max}$. С увеличением силы F_1 будет возрастать и сила F . Наконец, при $F_1 = F_{max}$ наступит предельное состояние равновесия, при котором полная реакция R отклонится от вертикали на угол "альфа" *max*, называемый *углом трения*. Обозначив его через "фи", получим $tg\varphi = F_{max}/N = f$.

Тангенс угла трения равняется коэффициенту трения. Полная реакция неидеальной связи при равновесии имеет направление в пределах угла трения.

Конус трения. Рассмотрим равновесие невесомого тела на горизонтальной шероховатой плоскости под действием наклонной силы F_1 , стремящейся его сдвинуть (рисунок 4.2).

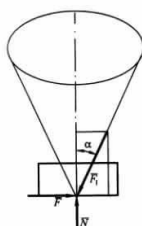


Рисунок 2 – Конус трения

Тело будет сдвинуто только тогда, когда $F_1 \sin \alpha > F_{max} = F_1 \cos \alpha \times f$. Предельному случаю равновесия соответствует такой угол наклона α , при котором выполняется равенство $F_1 \sin \alpha = F_1 \cos \alpha \times f$, или $tg \alpha = f$. Если $tg \alpha \leq f$, то как бы не возрастала сила F_1 , тело сдвинуть с места невозможно. Возрастающей сдвигающей силой $F_1 \sin \alpha$ будет противостоять пропорционально ей увеличивающаяся сила трения $F_1 \cos \alpha \times f$.

Поворачивая вокруг вертикали вектор силы F_1 и сохраняя при этом предельное равновесие, опишем конус, называемый **конусом трения**. Если свойства соприкасающихся поверхностей во всех направлениях одинаковы, то угол α будет постоянным, а конус трения круговым. Конус трения обладает тем замечательным свойством, что если действующая на тело сила находится внутри него, то тело всегда будет находиться в равновесии. Этим объясняются известные явления заклинивания, или самоторможения тел.

Трением качения называется сопротивление, возникающее при качении одного тела по поверхности другого.

Рассмотрим цилиндрический каток радиуса r на горизонтальной плоскости. Под катком и плоскости в месте их соприкосновения могут возникнуть реакции, препятствующие действию активных сил каток, может катиться по плоскости. Из-за деформации поверхностей не только скольжению, но и качению.

Активные силы, действующие на катки в виде колес, обычно состоят из силы тяжести \bar{P} , горизонтальной силы \bar{Q} , приложенной к центру катка, и пары сил с моментом \bar{L} , стремящейся катить колесо. Колесо в этом случае называется *ведомо-ведущим*. Если $\bar{L} = 0$, а $\bar{Q} \neq 0$, то колесо называется *ведомым*. Если $\bar{L} \neq 0$, а $\bar{Q} = 0$, то колесо называется *ведущим*.

Соприкосновение катка (рисунок 4.3) с неподвижной плоскостью из-за деформации катка и плоскости происходит не в точке, а по некоторой линии BD . По этой линии на каток действуют распределенные силы реакции. Если привести силы реакции к точке A , то в этой точке получим главный вектор \bar{R} этих распределенных сил с составляющими \bar{N} (нормальная реакция) и \bar{F} (сила трения скольжения), а также пару сил с моментом \bar{M}

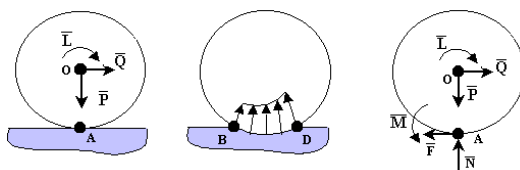


Рисунок 3 – Соприкосновение катка с неподвижной плоскостью

Рассмотрим равновесие катка. Система сил – плоская. Запишем уравнения равновесия системы сил.

$$(x) \quad Q - F = 0 \Rightarrow F = Q. \quad (1)$$

$$(y) \quad N - P = 0 \Rightarrow N = P. \quad (2)$$

$$(M_A) \quad M - Q \times r - L = 0 \Rightarrow M = L + Q \times r. \quad (3)$$

Момент \bar{M} называется моментом трения качения. Наибольшее значение M достигается в момент начала качения катка по плоскости.

Установлены следующие приближенные законы для наибольшего момента пары сил, препятствующих качению.

1. Наибольший момент пары сил, препятствующих качению, в довольно широких пределах не зависит от радиуса катка.

2. Предельное значение момента M_{max} пропорционально нормальной реакции N .

$$M_{max} = k \times N, \quad (4)$$

где k – коэффициентом трения качения при покое. Размерность k — это размерность длины.

3. Коэффициент трения качения k зависит от материала катка, плоскости и физического состояния их поверхностей. Коэффициент трения качения при качении в первом приближении можно считать не зависящим от угловой скорости качения катка и его скорости скольжения по плоскости.

Для вагонного колеса по рельсу $k = 0,5$ мм.

Движение ведомого колеса. $\bar{L} = 0$, а $\bar{Q} \neq 0$.

Качение колеса начнется, когда выполнится условие $Q \times r > M_{max}$ или $Q > \frac{M_{max}}{r} = \frac{k \times N}{r} = \frac{k}{r} \times r$.

Скольжение колеса начнется, когда выполнится условие $Q > F_{max} = f \times N$.

Обычно отношение $\frac{k}{r} < f$ и качение начинается раньше скольжения.

Если $\frac{k}{r} > f$, то колесо будет скользить по поверхности, без качения.

Образец типового варианта практического задания,
выполняемой рамках практической подготовки,
по теме «1.2 Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел.
Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования
видов трения и изнашивания»

(трудовая функция В/04.6 Методическое обеспечение эксплуатации и ремонта сложного технологического оборудования механосборочного производства; трудовые действия, связанные с будущей профессиональной деятельностью: разработка мероприятий по предотвращению отказов, повреждений и связанных с этим внеплановых простоев сложного технологического оборудования механосборочного производства)

Оценка ресурса пятниковых узлов в зависимости от условий эксплуатации.

1. Назначение пятникового узла и анализ его эксплуатационной нагруженности;
2. Анализ существующих конструктивных вариантов пятниковых узлов;
3. Виды износа в парах трения механизмов машин и в пятниковых узлах
4. Методы определения износов в парах трения в пятниковых узлах

3.3 Типовые тестовые задания

Тестирование проводится по окончанию и в течение года по завершению изучения дисциплины и раздела (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Компьютерное тестирование обучающихся по разделам и дисциплине используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине.

Тест (педагогический тест) – это система заданий – тестовых заданий возрастающей трудности, специфической формы, позволяющая эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.

Тестовое задание (ТЗ) – варьирующаяся по элементам содержания и по трудности единица контрольного материала, минимальная составляющая единица сложного (составного) педагогического теста, по которой испытуемый в ходе выполнения теста совершает отдельное действие.

Фонд тестовых заданий (ФТЗ) по дисциплине – это совокупность систематизированных диагностических заданий – тестовых заданий (ТЗ), разработанных по всем тематическим разделам (дидактическим единицам) дисциплины (прошедших апробацию, экспертизу, регистрацию и имеющих известные характеристики) специфической формы, позволяющей автоматизировать процедуру контроля.

Типы тестовых заданий:

ЗТЗ – тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов);

ОТЗ – тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентируемым ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме)).

Структура тестовых материалов по дисциплине

«Трение и изнашивание узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)»

Компетенция	Тема в соответствии с РПД (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержания элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-1.6 Знает основные положения, аксиомы, принципы и законы механики, способы задания и основные характеристик и движения твердого тела, виды нагружения твердых тел и элементов конструкций,	1.1 Основные понятия и определения триботехники. Актуальные задачи триботехники и триботехники	Актуальные задачи триботехники и триботехники	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Основные понятия и определения триботехники.	Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Применение триботехнических знаний в эксплуатации техники	Действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
	1.2 Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Характер взаимодействия между частицами вещества. Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел.	Знание	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Определять характер взаимодействия между частицами вещества.	Умение	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
		Выявлять причины и механизм образования видов трения и изнашивания	Действие	10 – ОТЗ 10 – ЗТЗ
	Виды трения.	Знание	10 – ОТЗ	

основные виды механизмов и деталей машин, способен составлять условия равновесия твердых тел и уравнения движения, проводить простейший кинематический и динамический анализ механизмов и машин, владеет методами теоретической механики, навыками анализа устройства и принципов работы механизмов и узлов машин при решении типовых задач	1.3 Классификация видов трения и изнашивания. Закон Кулона. Применение законов Кулона для решения практических задач.			10 – 3ТЗ
		Различать и учитывать трение в различных кинематических парах.	Умение	10 – ОТЗ 10 – 3ТЗ
		Выполнять сравнительную оценку трения в различных кинематических парах	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
	2.1 Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава. Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.	Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава.	Знание	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Анализировать совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.	Умение	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Рассчитывать износ трущихся деталей	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
	2.2 Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей	Знание	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Сравнивать различные конструкционные методы для снижения износа	Умение	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Применять конструкционные методы для повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
	2.3 Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей	Знание	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Сравнивать различные технологические методы для снижения износа	Умение	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
		Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ
3.1 Основы расчета узлов трения. Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.	Основы расчета узлов трения.	Знание	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
	Выбирать методику расчета износа деталей	Умение	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
	Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
3.2 Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.	Характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава.	Знание	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
	Умение выявлять зоны повышенного износа трущихся деталей	Умение	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
	Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.	Действие	5 – ОТЗ 5 – 3ТЗ	
Итого				160 – 3ТЗ 160 - ОТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде КРИЖТ 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

Норма времени – 45 мин.

Дополнительное оборудование – не требуется.

- 1 К быстропротекающим процессам можно отнести ...
 - a. вибрации и колебания
 - b. климатические изменения
 - c. воздействие пыли или песка
 - d. коррозию, накопление усталостных трещин, изнашивание

- 2 ... - установленная продолжительность работы изделия до предельного состояния
 - a. наработка
 - b. долговечность
 - c. межремонтный период
 - d. ресурс

- 3 И.В. Костецким разработана ... теория трения
 - a. Классическая
 - b. молекулярно-механическая
 - c. механическая
 - d. структурно-энергетическая

- 4 Наиболее частым дефектом деталей машин является ...
 - a. Деформация
 - b. трещина
 - c. коррозия
 - d. износ

- 5 Событие, заключающееся в нарушении работоспособности изделия?
 - a. износ
 - b. отказ
 - c. трещина
 - d. дефект

- 6 Уровень выявления закономерностей изнашивания и повреждения деталей рассматриваемый по строению атомов называется...
 - a. субмикроскопическим
 - b. кристаллическим
 - c. микроскопическим
 - d. макроскопическим

- 7 _____ – раздел трибологии, изучающий методы проведения испытаний на трение, изнашивание при сухом трении и смазке, метрологические требования к этим испытаниям, оборудованию и приборам, таким как адгезиометры, твердомеры, профилографы, машины трения для модельных испытаний, испытательные стенды и типовые системы для натуральных

триботехнических испытаний, датчики, усилители, регистрирующие приборы, а также методы оценки погрешности экспериментов и испытаний.

8 Наклеп поверхности - механическое ...?

9 Выходной параметр сопряжения кольцо-гильза ДВС?

10 Метод определения износа, основанный на измерении параметров шероховатости поверхности детали _____

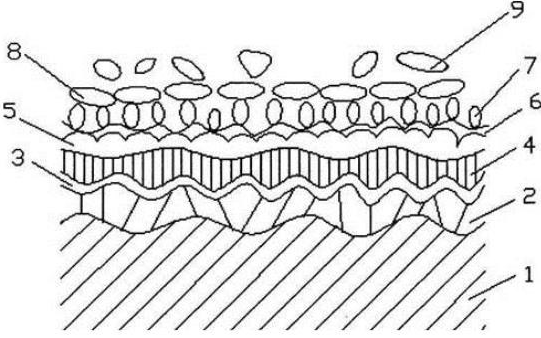
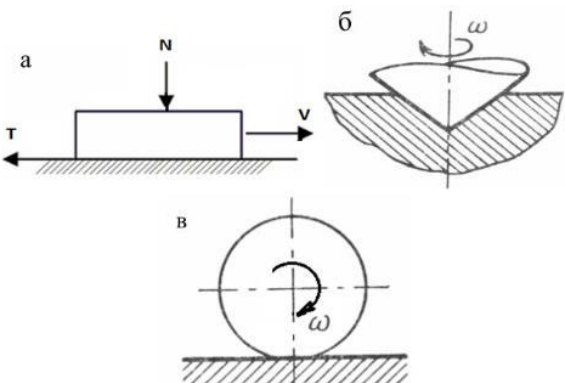
11. _____ – это результат трения в трибологической паре.

12. _____ – наука о трении, изнашивании, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении.

13. _____ – прикладной раздел трибологии, который охватывает конечную стадию процесса создания трибосопряжений (узлов, деталей и элементов пар трения) с учетом достижений трибоанализа, трибоматериаловедения и триботехнологий.

14. _____ – раздел трибологии, охватывающий проблемы накопления и систематизации научной информации об исследованиях основных трибологических процессов с целью прогнозирования результатов контактного взаимодействия твердых тел при трении, изнашивании и смазке в заданных условиях.

<p>15.</p>	<p>Установите соответствие между силовых взаимодействий абразии с деталью и обозначенными на рисунке наименованиями а-ж:</p> <p>Скольжение детали по монолитному абразиву –</p> <p>Качение детали по абразиву –</p> <p>Соударение с частицами абразива –</p> <p>Соударение детали с монолитным абразивом –</p> <p>Воздействие потока абразивных частиц на поверхность детали (гидроабразивное и газоабразивное изнашивание) –</p> <p>Скольжение детали в массе абразивных частиц –</p> <p>Взаимодействие сопряжённых деталей в контакте с абразивными частицами –</p>
<p>16.</p>	<p>Установите соответствие между неровностями и обозначенными на рисунке наименованиями 1-6:</p> <p>Радиальный –</p> <p>Перпендикулярный –</p> <p>Параллельный –</p> <p>Произвольный –</p> <p>Перекрещивающийся –</p> <p>Кругообразный –</p>

<p>17.</p> 	<p>Установите соответствие между слоями детали и обозначенными на рисунке наименованиями 1-9:</p> <p>Основной материал – Сильно деформированный наклепанный слой – Слой окислов толщиной 20-200 мкм – Хемосорбированных слой – Адсорбированных паров воды – Слой адсорбированных газов – Слой молекул смазочного материала (или ПАВ) – Слой молекул, ориентированных параллельно поверхности – Слой беспорядочно ориентированных молекул –</p>
<p>18.</p> 	<p>Установите соответствие между видами трения и обозначенными на рисунке наименованиями а-в:</p> <p>Трение качения – Трение скольжения – Трение верчения –</p>

3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

1. Основные понятия и определения триботехники.
2. Основные понятия и определения триботехники.
3. Контакт поверхностей.
4. Микрогеометрия поверхностей.
5. Нагрузка, скорость и температура в контакте.
6. Актуальные задачи трибологии и триботехники;
7. Физико-химические свойства поверхностных слоев трущихся тел.
8. Качество поверхности.
9. Остаточные напряжения и микротвердость.
10. Поверхностная энергия.
11. Адсорбция и хемосорбция.
12. Эффект Ребиндера.
13. Химическая активность.
14. Адгезия.
15. Структура поверхности.
16. Характер взаимодействия между частицами вещества.
17. Классификация видов трения и изнашивания.
18. Классификация видов трения.
19. Классификация видов изнашивания.
20. Пути снижения интенсивности изнашивания.

21. Причины и механизм образования видов трения и изнашивания.
22. Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения. Законы Кулона для трения качения.
23. Применение законов Кулона для решения практических задач.
24. Смазочные материалы, применяемые в трущихся узлах подвижного состава
25. Требования к смазочным материалам.
26. Смазочные материалы, применяемые в буксовых узлах подвижного состава.
27. Смазочные материалы, применяемые для механизмов железнодорожных тормозов.
28. Рельсовые и контактные смазочные материалы.
29. Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава.
30. Выбор конструкционных материалов узлов трения подвижного состава с учетом их совместимости.
31. Материалы, применяемые в узлах трения подвижного состава, их физико-механические и химические свойства.
32. Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава.
33. Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава.
34. Классификация методов нанесения износостойких покрытий.
35. Наплавка износостойких покрытий.
36. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов.
37. Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава.
38. Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения.
39. Основы расчета узлов трения.
40. Принцип оценки работоспособности по предельным состояниям объекта.
41. Расчет на износостойкость.
42. Расчет коэффициента трения.
43. Расчет толщины смазочного слоя.
44. Расчет на заедание.
45. Выполнение расчета узлов трения подвижного состава.
46. Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава.
47. Трибосистема: Пятник-подпятник.
48. Трибосистема: Рельс – колесо – тормозная колодка.
49. Трибосистема: Фрикционный клин – фрикционная планка.
50. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.
51. Оценка износа трущихся деталей подвижного состава.

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
Задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий разрешено.

	Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий	
Собеседование	Преподаватель информирует обучающихся о том, что для оценки их знаний в качестве формы промежуточной аттестации – экзамена, будет использована 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.	
Тест	Тестирование проводится в конце семестра для оценки усвоенного материала.	
Зачет	Проведение промежуточной аттестации в форме зачета у студентов очной формы обучения позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля (при этом могут учитываться результаты итогового тестирования по дисциплине). Так как оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок, деленную на число этих оценок. Шкала и критерии оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля	
	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, то обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических) или в форме тестирования. Перечень теоретических вопросов и перечень типовых практических заданий разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду КриЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).	