

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «02» июня 2023 г. № 424-1

**Б1.В.ДВ.02.01 Трение и изнашивание узлов подвижного состава**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация/профиль – Грузовые вагоны

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 5

Часов по учебному плану (УП) – 180

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

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 6, 7 семестр

заочная форма обучения:

зачет 5 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6	7	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34	51/4	<b>85/4</b>
– лекции	17	34	<b>51</b>
– практические (семинарские)	17	17/4	<b>34/4</b>
– лабораторные			
<b>Самостоятельная работа</b>	38	57	<b>95</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>108/4</b>	<b>180/4</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	5	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	20	<b>20/4</b>
– лекции	8	<b>8</b>
– практические (семинарские)	12	<b>12/4</b>
– лабораторные		
<b>Самостоятельная работа</b>	152	<b>152</b>
<b>Зачет</b>		<b>8</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180/4</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

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 федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):  
к.т.н, доцент, доцент, А.В. Галков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «3» мая 2023 г. № 8

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

О.Л. Маломыжев

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	формирование у специалиста теоретических знаний в области физических основ теории трения и изнашивания узлов подвижного состава;
2	привитие навыков применения методов повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	изучение видов трения и изнашивания узлов подвижного состава;
2	изучение физико-химических свойств поверхностных слоев трущихся тел, основных типов и характеристик смазочных материалов;
3	ознакомление с особенностями основных методик расчета узлов трения и получения практических навыков их применения
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
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	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.47 Динамика вагона
2	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
3	Б2.О.02(У) Учебная - технологическая практика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.43 Тормозные системы вагонов (теория, конструкция, расчет)
2	Б1.О.44 Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей вагонов
3	Б1.О.48 Конструирование нестандартного технологического оборудования вагоноремонтных предприятий
4	Б1.О.54 Эксплуатация и техническое обслуживание грузовых вагонов
5	Б1.О.55 Производство и ремонт грузовых вагонов
6	Б1.В.ДВ.03.01 Автоматизированные рабочие места вагонного комплекса и вагоноремонтных предприятий
7	Б1.В.ДВ.05.01 Системы автоматизации производства и ремонта вагонов
8	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
9	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-4 Способен руководить работами на участке производства по техническому обслуживанию, ремонту и контролю технического состояния железнодорожного подвижного состава и механизмов	ПК-4.2 Применяет знания технологии выполнения технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов	Знать: термины и определения основных понятий в области трения, изнашивания в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; физико-химические свойства поверхностных слоев трущихся тел; виды расчетов узлов трения подвижного состава
		Уметь: производить расчеты узлов трения подвижного состава
		Владеть: выбором методов повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основы износостойкости пар трения.</b>											
1.1	Основные понятия и определения триботехники и трибологии. Контакт поверхностей.	6	4		4	5/уст.	1			6	ПК-4.2	
1.2	Микрогеометрия поверхностей. Нагрузка, скорость и температура в контакте.	6	4		4	5/уст.	1			6	ПК-4.2	
1.3	Актуальные задачи трибологии и триботехники	6		2		4	5/уст.		0.5		6	ПК-4.2
1.4	Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Качество поверхности. Остаточные напряжения и микротвердость. Поверхностная энергия.	6	4			4	5/уст.				6	ПК-4.2
1.5	Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера. Химическая активность. Адгезия. Структура поверхности	6	4			4	5/уст.	0.5			6	ПК-4.2
1.6	Характер взаимодействия частицами вещества	6		4		4	5/уст.		0.5		6	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб		СР
1.7	Классификация видов трения и изнашивания. Классификация и особенности видов трения.	6	4			4	5/уст.	0.5			6	ПК-4.2
1.8	Классификация видов изнашивания. Пути снижения интенсивности изнашивания	6	4			4	5/уст.	0.5			6	ПК-4.2
1.9	Факторы, определяющие интенсивность изнашивания пар трения; виды механического и коррозионно-механического изнашивания	6		4		4	5/уст.		1		6	ПК-4.2
1.10	Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	6		4		5	5/уст.		1		6	ПК-4.2
1.11	Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения (1-4 законы). Законы Кулона для трения качения (1-3 законы).	6	2			4	5/уст.	0.5			6	ПК-4.2
1.12	Применение законов Кулона для решения практических задач	6		4		4	5/уст.		1		6	ПК-4.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	6					5/зимняя		4			ПК-4.2
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава.</b>											
2.1	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	7	3			4	5/зимняя	1			6	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	контактные смазочные материалы										
2.2	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава, их классификация	7	4		4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2
2.3	Выбор конструкционных материалов узлов трения подвижного состава с учетом их совместимости. Материалы, применяемые в узлах трения подвижного состава, их физико-механические и химические свойства	7	4		4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2
2.4	Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава	7		4/2	5	5/зимняя		2/2		8	ПК-4.2
2.5	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Классификация методов нанесения износостойких покрытий.	7	2		4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2
2.6	Наплавка износостойких покрытий. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава	7	4		4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2
2.7	Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения	7		4	4	5/зимняя		2		6	ПК-4.2
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава.</b>										
3.1	Основы расчета узлов трения. Принцип оценки работоспособности по предельным состояниям объекта.	7	4		4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	Расчет на износостойкость. Расчет коэффициента трения. Расчет толщины смазочного слоя. Расчет на заедание											
3.2	Выполнение расчета узлов трения подвижного состава	7		4/2		5	5/зимняя		2/2		8	ПК-4.2
3.3	Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава Трибосистема: Пятник-подпятник. Трибосистема: Рельс-колесо-тормозная колодка. Трибосистема: Фрикционный клин-фрикционная планка	7	4			4	5/зимняя	0.5			6	ПК-4.2
3.4	Оценка износа трущихся деталей подвижного состава	7		4		4	5/зимняя		2		8	ПК-4.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	7					5/летняя		4			ПК-4.2
	Контрольная работа						5/зимняя				4	ПК-4.2
	Контрольная работа						5/летняя				4	ПК-4.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		51	34/4		95		8	12/4		152	

#### 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 Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

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

##### 6.1 Учебная литература 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.1.1	Воронин, Н. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники : учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта / Н. Н. Воронин, Д. Г. Евсеев, В. В. Засыпкин [и др.] ; под редакцией Н. Н. Воронина ; рец. Б. М. Асташкевич [и др.]. Москва : Маршрут, 2004. - 456с. - Текст: электронный. - URL: <a href="http://umczdt.ru/books/48/225567/">http://umczdt.ru/books/48/225567/</a>	Онлайн

6.1.1.2	Хопин, П. Н. Трибология : учебник для вузов / П. Н. Хопин, С. В. Шишкин.. Москва : Юрайт, 2021. - 236с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/467477">https://urait.ru/bcode/467477</a> (дата обращения: 09.09.2022)	Онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Гура, Г. С. Механика и трибология движения колесной пары в рельсовой колее : монография / Г. С. Гура. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2013. - 527с.	5
6.1.2.2	Караваев, Д. М. Трибология : учебное пособие / Д. М. Караваев. Пермь : ПНИПУ, 2021. - 148с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/239774">https://e.lanbook.com/book/239774</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.2.3	Тихомиров, В. П. Трибология: методы моделирования процессов : учебник и практикум для вузов - 2-е изд. испр. и доп. В. П. Тихомиров, О. А. Горленко, В. В. Порошин.. Москва : Юрайт, 2021. - 239с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/471218">https://urait.ru/bcode/471218</a> (дата обращения: 09.09.2022)	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Галков, А.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Трение и изнашивание узлов подвижного состава по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация Грузовые вагоны / А.В. Галков ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 12 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2329_1329_2023_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_2329_1329_2023_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	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>	
6.3.1.4	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>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>		
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80	
2	Учебная аудитория Д-313 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).	
3	Лаборатория «Трибология» Д-015/1 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное	



	оборудование: специализированная мебель лабораторный стенд усталостной испытательной машины (СУИМ), образец шероховатости ОШС Rz 20.40.60.80 мкм, пирометр С-20.2, твердомер электронный ТЭМП-2, толщиномер ультразвуковой А 1209, толщиномер ультразвуковой А1207-У3
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; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

## 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. На полях конспекта следует пометить 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 лекции. К каждому занятию 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. 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>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Трение и изнашивание узлов подвижного состава» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. 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: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке</p>

	<p>необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «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 ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

## 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 ИрГУПС, 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 подвижного состава» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен руководить работами на участке производства по техническому обслуживанию, ремонту и контролю технического состояния железнодорожного подвижного состава и механизмов

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>6 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основы износостойкости пар трения</b>			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия и определения триботехники и трибологии. Контакт поверхностей.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Микрогеометрия поверхностей. Нагрузка, скорость и температура в контакте.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.3	Текущий контроль	Актуальные задачи трибологии и триботехники	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.4	Текущий контроль	Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Качество поверхности. Остаточные напряжения и микротвердость. Поверхностная энергия.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.5	Текущий контроль	Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера. Химическая активность. Агдезия. Структура поверхности	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Характер взаимодействия между частицами вещества	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.7	Текущий контроль	Классификация видов трения и изнашивания. Классификация и особенности видов трения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.8	Текущий контроль	Классификация видов изнашивания. Пути снижения интенсивности изнашивания	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.9	Текущий контроль	Факторы, определяющие интенсивность изнашивания пар трения; виды механического и коррозионно-механического изнашивания	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.10	Текущий контроль	Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.11	Текущий контроль	Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения (1-4 законы). Законы Кулона для трения качения (1-3 законы).	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.12	Текущий контроль	Применение законов Кулона для решения практических задач	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения.	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>7 семестр</b>				
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава</b>			
2.1	Текущий контроль	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	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава, их классификация	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Выбор конструкционных материалов узлов трения подвижного состава с учетом их совместимости. Материалы, применяемые в узлах трения подвижного состава, их физико-механические и химические свойства	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава	ПК-4.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.5	Текущий контроль	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Классификация методов нанесения износостойких покрытий.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Наплавка износостойких покрытий. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава</b>			
3.1	Текущий контроль	Основы расчета узлов трения. Принцип оценки работоспособности по предельным состояниям объекта. Расчет на износостойкость. Расчет коэффициента трения. Расчет толщины смазочного слоя. Расчет на заедание	ПК-4.2	Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Выполнение расчета узлов трения подвижного состава	ПК-4.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)

3.3	Текущий контроль	Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава Трибосистема: Пятник-подпятник. Трибосистема: Рельс-колесо-тормозная колодка. Трибосистема: Фрикционный клин-фрикционная планка	ПК-4.2	Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Оценка износа трущихся деталей подвижного состава	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава.	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>5 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основы износостойкости пар трения.</b>			
1.1	Текущий контроль	Основные понятия и определения триботехники и трибологии. Контакт поверхностей.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Микрогеометрия поверхностей. Нагрузка, скорость и температура в контакте.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.3	Текущий контроль	Актуальные задачи трибологии и триботехники	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.4	Текущий контроль	Физико-химические свойства поверхностных слоев, трущихся тел. Качество поверхности. Остаточные напряжения и микротвердость. Поверхностная энергия.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.5	Текущий контроль	Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера. Химическая активность. Агдезия. Структура поверхности	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.6	Текущий контроль	Характер взаимодействия между частицами вещества	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.7	Текущий контроль	Классификация видов трения и изнашивания. Классификация и особенности видов трения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.8	Текущий контроль	Классификация видов изнашивания. Пути снижения интенсивности изнашивания	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.9	Текущий контроль	Факторы, определяющие интенсивность изнашивания пар трения; виды механического и коррозионно-механического изнашивания	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.10	Текущий контроль	Причины и механизм образования видов трения и изнашивания	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

1.11	Текущий контроль	Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения (1-4 законы). Законы Кулона для трения качения (1-3 законы).	ПК-4.2	Собеседование (устно)
1.12	Текущий контроль	Применение законов Кулона для решения практических задач	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>5 курс, сессия зимняя</b>				
	Текущий контроль	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения.	ПК-4.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы износостойкости пар трения.	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>5 курс, сессия зимняя</b>				
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава.</b>			
2.1	Текущий контроль	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	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава, их классификация	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Выбор конструкционных материалов узлов трения подвижного состава с учетом их совместимости. Материалы, применяемые в узлах трения подвижного состава, их физико-механические и химические свойства	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Анализ совместимости материалов, применяемых в узлах трения подвижного состава	ПК-4.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.5	Текущий контроль	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Классификация методов нанесения износостойких покрытий.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Наплавка износостойких покрытий. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Методы упрочнения поверхностей деталей в узлах трения подвижного состава	ПК-4.2	Собеседование (устно)
2.7	Текущий контроль	Выбор методов упрочнения деталей подвижного состава в узлах трения	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава.</b>			
3.1	Текущий контроль	Основы расчета узлов трения. Принцип оценки	ПК-4.2	Собеседование (устно)



		работоспособности по предельным состояниям объекта. Расчет на износостойкость. Расчет коэффициента трения. Расчет толщины смазочного слоя. Расчет на заедание		
3.2	Текущий контроль	Выполнение расчета узлов трения подвижного состава	ПК-4.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.3	Текущий контроль	Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава Трибосистема: Пятник-подпятник. Трибосистема: Рельс-колесо-тормозная колодка. Трибосистема: Фрикционный клин-фрикционная планка	ПК-4.2	Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Оценка износа трущихся деталей подвижного состава	ПК-4.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
<b>5 курс, сессия летняя</b>				
	Текущий контроль	Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава.	ПК-4.2	Контрольная работа (КР) (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 2. Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Раздел 3. Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава.	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

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

\*\*ПП – практическая подготовка

### **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 четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
---	----------------------------------	--	---

1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	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 для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания.	Высокий

	Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	
	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

#### Тест – 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 тестирования

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

##### Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

##### Собеседование

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено» 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 зачтено»	Не было попытки выполнить задание

### Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

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

### 3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

#### Образец типового варианта контрольной работы по теме «Расчет фрикционных гасителей колебаний»

Каждый обучающийся самостоятельно выбирает себе модель железнодорожного вагона из представленных каталогов (выбранная модель вагона не должна встречаться в отчётных работах разных студентов (контролируется преподавателем)).

Результатом расчёта фрикционных гасителей колебаний является определение необходимых углов наклона поверхностей трения и подбора трущихся пар с соответствующими коэффициентами трения.

При расчёте рассматривается равновесие надрессорной балки и клиньев под действием приложенных к ним сил.

На рис. 1 приведена расчётная схема клинового гасителя, на которой обозначены:

$\alpha_1$  – угол наклона к вертикали трущихся поверхностей надрессорной балки и фрикционных клиньев;

$\alpha_2$  – угол наклона к вертикали трущихся поверхностей фрикционных планок, укрепленных на боковых рамах тележки и клиньев;

$C_{пр}$  – суммарная жёсткость основных пружин рессорного комплекта, на которые передаёт нагрузку наддресорная балка;

$C_{кл}$  – жёсткость пружины, поддерживающей фрикционный клин.

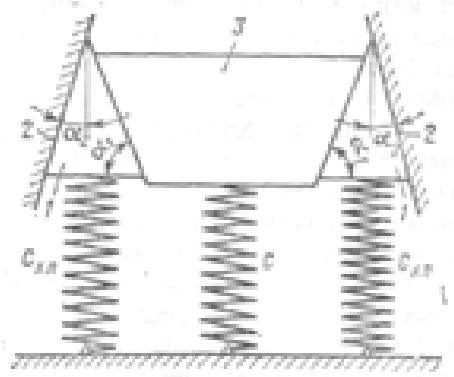


Рис. 1 Схема клинового гасителя колебаний

При расчёте параметров фрикционного клинового гасителя колебаний вагона необходимо руководствоваться Нормами для расчёта и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных).

Пример выбора исходных данных для расчёта:

Исходные данные:

вес брутто вагона  $P_{бр} = 92,3$  т;

длина кузова вагона  $2L_{куз} = 18,400$  м;

база вагона  $2\ell = 14,72$  м;

база тележки  $2\ell_{т} = 1,85$  м;

масса наддресорного строения  $m_{к} = 87,2$  т = 87200 кг;

вес наддресорного строения  $Q_{н} = 8,55 \cdot 10^5$  Н;

статический прогиб рессорного подвешивания под нагрузкой брутто  $f_{ст} = 0,05$  м.

Определение параметров гасителя колебаний.

Половина длины кузова, м:

$$L_{к} = \frac{2L_{куз}}{2};$$

Половина базы вагона, м:

$$\ell = \frac{2\ell}{2};$$

Жёсткость рессорного подвешивания одной тележки при деформации рессор в вертикальном направлении, Н/м:

$$c = \frac{Q_{н}}{2 \cdot f_{ст}};$$

Масса наддресорного строения, т:

$$m_{к0} = P_{бр0} - 2 \cdot (Q_{т0} - Q_{н.60}),$$

где  $Q_{T0}$  – масса тележки,  $Q_{T0} = 4,9$  т;  $Q_{н.б0}$  – масса наддрессорной балки,  $Q_{н.б0} = 0,5$  т;  
 $m_{к0} = 92,3 - 2 \cdot (4,9 - 0,5) = 85,2$  т = 85200 кг.

Момент инерции массы кузова относительно поперечной горизонтальной оси, проходящей через его центр масс,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$  :

$$I_{к0} = \frac{m_{к0} \cdot L_{к0}^2}{12} \cdot I_{к}$$

$I_{к0}$  – момент инерции кузова,  $I_{к0} = 14,1 \cdot 10^5$   $\text{кг} \cdot \text{м}^2$

Частота собственных колебаний кузова в вертикальной продольной плоскости,  $\frac{1}{\text{с}}$

для подпрыгивания

$$\omega_z = \sqrt{\frac{2 \cdot c}{m_{к0}}}$$

для галопирования

$$\omega_{\varphi} = \sqrt{\frac{2 \cdot c \cdot l^2}{I_{к0}}}$$

Определяем фазы прохождения колёсными парами вагона косинусоидальных неровностей рельсового пути:

$$\alpha_2 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{2l_T}{L_P}$$

$$\alpha_3 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{2l}{L_P}$$

$$\alpha_4 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{2 \cdot (l + l_T)}{L_P}$$

где  $L_P$  – половина длины рельсового звена 25 м,  $L_P = 12,5$  м;

Частота колебаний, Гц:

для подпрыгивания

$$n_z = \frac{\omega_z}{2 \cdot \pi}$$

для галопирования

$$n_{\varphi} = \frac{\omega_{\varphi}}{2 \cdot \pi}$$

Допускаемая амплитуда колебаний кузова вагона, м:

для подпрыгивания

$$A_z = 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{W_z^{10}}{2,7^{10} \cdot n_z^5}},$$

где  $W_z$  – показатель плавности хода,  $W_z = 4$  (для грузовых вагонов);  
для галопирования

$$A_\varphi = 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{W_z^{10}}{2,7^{10} \cdot n_\varphi^5}};$$

Параметр гасителя колебаний для тележки из условия обеспечения устойчивого режима

при колебаниях подпрыгивания кузова,  $\frac{H \cdot c}{M}$  :

$$\beta_{zz} = \frac{c \cdot h_p \cdot \left| \cos \frac{\alpha_2}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} \right| \cdot \left| \cos \frac{\alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4}{4} \right|}{A_z \cdot \omega_z},$$

где  $h_p$  – амплитуда волны профиля пути, т. е. половина разности уровня рельса под колесом вагона в середине волны (рельсового звена) и в низшей точке (зоне стыка),  $h_p = 0,005$  м;

Параметр гасителя при колебаниях галопирования кузова,  $\frac{H \cdot c}{M}$  :

$$\beta_{z\varphi} = \frac{c \cdot h_p \cdot \left| \cos \frac{\alpha_2}{2} \right| \cdot \left| \sin \frac{\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} \right| \cdot \left| \sin \frac{\alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4}{4} \right|}{A_\varphi \cdot \omega_\varphi},$$

Принимаем большее значение параметра гасителей колебаний тележки

В проектируемом рессорном подвешивании устанавливаются гасители колебаний трения, развивающее сопротивление колебаниям пропорционально перемещению упруго подвешенной части вагона.

За основу дальнейших вычислений принимаем результаты, полученные при колебаниях галопирования кузова (параметр гасителей колебания тележки равняется параметру гасителей при колебаниях галопирования).

Параметр гасителей (коэффициент относительного трения) определим так:

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{A_\varphi \cdot \omega_\varphi}{f_{cm} \cdot c} \cdot \beta;$$

Полученный параметр не должен быть меньше рекомендуемого значения:

$$\varphi' \geq b \cdot k \cdot \frac{h_p}{f_{cm}}$$

Образец типового варианта контрольной работы  
по теме «Расчет поглощающего аппарата»

Постановка задачи. Исследовать влияние углов наклона фрикционных клиньев, жесткости пружин и хода аппарата на его энергоемкость.

Исходные данные.

Основные варианты конструкций поглощающих аппаратов и их параметры:

- ход  $X$ ;
- величина начальной затяжки  $X_0$ ;
- углы наклона граней клина  $\alpha, \beta, \gamma$ ;
- углы трения на поверхностях трения клина  $\rho_1, \rho_2, \rho_3$  и
- соответствующие им коэффициенты трения  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$ .

Расчетная схема поглощающего аппарата (рис. 1).

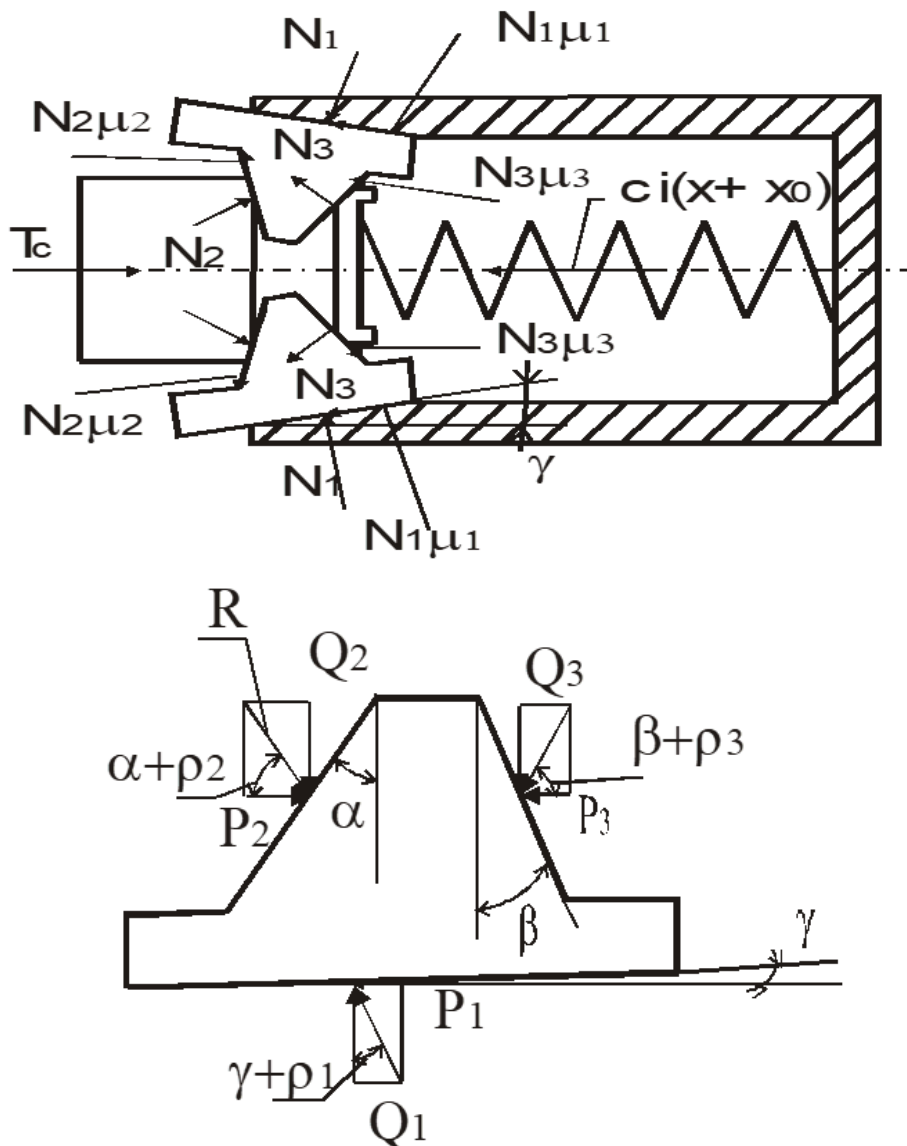


Рис 1. Схема действия сил на элементы пружинно-фрикционного аппарата

Методика расчета

Определяется коэффициент передачи аппарата при сжатии

$$\psi = [1 + \operatorname{tg}(\beta + \rho_3) \operatorname{tg}(\gamma + \rho_1)] / [1 - \operatorname{tg}(\alpha + \rho_2) \operatorname{tg}(\gamma + \rho_1)], \quad (1.1)$$

Определяется коэффициент передачи аппарата при отдаче

$$\psi_1 = [1 + \operatorname{tg}(\beta - \rho_3) \operatorname{tg}(\gamma - \rho_1)] / [1 - \operatorname{tg}(\alpha - \rho_2) \operatorname{tg}(\gamma - \rho_1)]. \quad (1.2)$$



Рассчитывается коэффициент, учитывающий разницу между величинами сжатия аппарата и пружин, вызванную сближением клиньев в процессе сжатия аппарата

$$i = \psi_{\rho=0} = (1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\gamma) / (1 - \operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\gamma). \quad (1.3)$$

Вычисляется жесткость  $i$ -й пружины, в кН/м

$$C_i = (G d_i^4) / (8 D_i^3 n_{pi}), \quad (1.6)$$

Жесткость комплекта пружин

$$C = \sum C_i, \quad (1.7)$$

где  $G$ -модуль сдвига,  $G = 8 \cdot 10^7$  кПа;

$D_i, d_i, n_{pi}$  - соответственно средний диаметр в м, диаметр прутка в м, и число рабочих витков  $i$ -й пружины.

Рассчитываются, в кН:

$$\text{сила начального сопротивления} - T_{сн} = C \psi i X_0; \quad (1.8)$$

$$\text{наибольшая сила в процессе сжатия} - T_{с \max} = C \psi i (X + X_0). \quad (1.9)$$

Определяются силы, характеризующие обратный ход (отдачу) аппарата:

$$T_{в \max} = C \psi_1 i (X + X_0); \quad (1.10)$$

$$T_{в \min} = C \psi_1 i X_0. \quad (1.11)$$

Рассчитывается энергоемкость аппарата, в кДж

$$E = C \psi i (X^2 + 2 X X_0) / 2 \text{ или } E = (T_{с \max} + T_{сн}) X / 2. \quad (1.12)$$

Вычисляется коэффициент, характеризующий количество необратимо поглощенной энергии

$$\eta = 1 - (\psi_1 / \psi). \quad (1.13)$$

Строится график силовой характеристики поглощающего аппарата (график зависимости  $T=f(X)$ ) для принятых постоянных значений  $C, \psi$  и  $\psi_1$  (рис 1.2.).

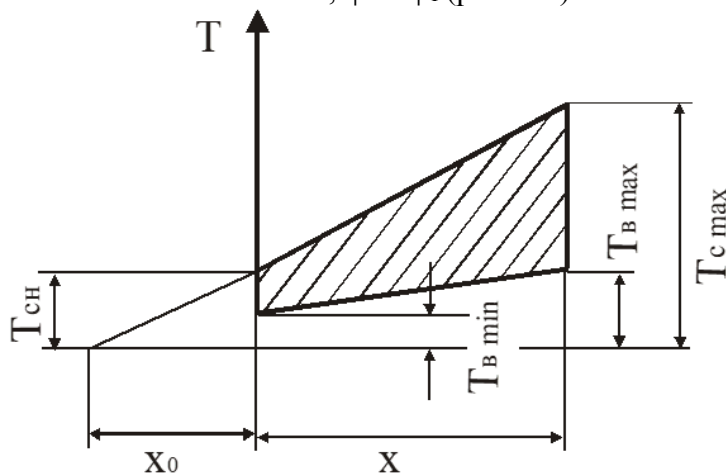


Рис 2. График силовой характеристики поглощающего аппарата.

Рассчитывается потребная энергоемкость аппарата, в кДж

$$E_n = m v^2 / 8, \quad (1.14)$$

где  $m$ -масса брутто соударяемого вагона,  $v$ ;  $v$ -скорость соударения.

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

- 1.1. Перечислите этапы развития трибологии.
- 1.2. Дайте характеристику этапам развития трибологии.
- 1.3. Какие виды отклонений поверхности Вы знаете?
- 1.4. Как отличают волнистость поверхности от шероховатости?
- 1.5. По каким составляющим оценивается качество поверхности?
- 1.6. Чем отличается контурная площадь контакта от фактической?
- 1.7. От чего зависит нагрузка и температура в контакте?
- 1.8. Чем сила трения качения отличается от силы трения скольжения?
- 1.9. Чем сила трения качения отличается от силы трения верчения?
- 1.10. Когда сила трения покоя становится предельной?
- 1.11. От каких факторов зависит интенсивность изнашивания?
- 1.12. Что называется углом и конусом трения?

## Раздел 2. «Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава»

- 2.1. Предложите мероприятия по снижению интенсивности изнашивания узлов подвижного состава.
- 2.2. В чем заключаются отличия прямых и обратных пар трения?
- 2.3. От каких факторов зависят антифрикционность и фрикционность материалов?
- 2.4. Перечислите основные критерии работоспособности подшипников.
- 2.5. Почему следует избегать сочетания одноименных вторичных структур в парах трения?
- 2.6. Какие группы технологических процессов по упрочнению деталей машин Вы знаете?
- 2.7. Для чего применяется пластическое деформирование деталей?
- 2.8. Конструкция специального трехроликового приспособления для обкатывания осей?
- 2.9. Особенности обкатывания и дробеструйной обработки поверхностей деталей?
- 2.10. Особенности центробежно-шариковой упрочняющей обработки поверхностей деталей?
- 2.11. Какие результаты позволяет получить технология плазменной поверхностной закалки колёсных пар?
- 2.12. В чем заключается условный расчет подшипников скольжения и подпятников?

## Раздел 3. «Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава»

- 3.1. Особенности выполнения теплового расчета подшипников скольжения?
- 3.2. Основные положения контактно – гидродинамической теории смазки?
- 3.3. Какой параметр необходимо найти при выполнении проекторочного расчета подшипниковскольжения жидкостной смазки?
- 3.4. Какие рекомендации на этапе конструирования подшипников скольжения необходимо выполнить?
- 3.5. Причины и характер повреждаемости фрикционных клиньев?
- 3.6. Какой износ вертикальной и наклонной поверхностей фрикционных клиньев является допустимым?
- 3.7. Выполняемые технологические операции по восстановлению изношенных фрикционных клиньев. Когда необходимо устанавливать новые клинья?
- 3.8. Причины и характер повреждаемости фрикционных планок?
- 3.9. Какой износ фрикционных планок является допустимым?
- 3.10. Какие технологические операции по восстановлению изношенных фрикционных планок выполняются?
- 3.11. Причины и характер повреждаемости надрессорных балок в эксплуатации?
- 3.12. Какие технологические операции по восстановлению износов надрессорных балок выполняются?

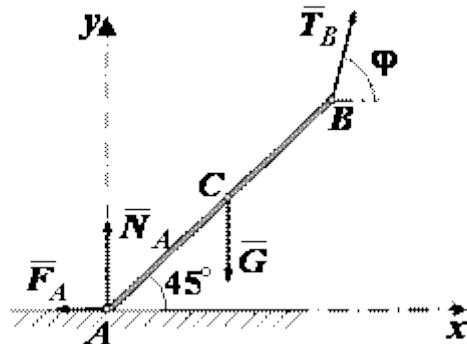
### 3.3 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач (заданий)

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

**Задача 1.** Определение силы трения скольжения.

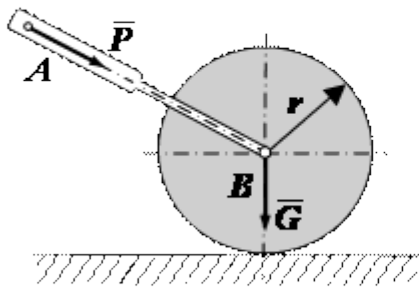
Однородный брус опирается в точке А на негладкий горизонтальный пол и удерживается в точке В веревкой (рис). Коэффициент трения бруса об пол равен  $f$ . При каком угле  $\varphi$  наклона веревки к горизонту брус начнет скользить по полу? Угол  $\alpha$  образуемый брусом с полом, равен  $45^\circ$ .



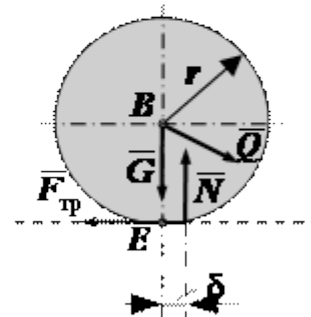
**Задача 2.** Определение силы трения качения.

Цилиндрический каток радиуса  $r=30$  см и весом  $G=3000$  Н приводится в равномерное движение человеком, который давит на рукоятку АВ с постоянной силой  $P$  в направлении АВ (рис). Коэффициент трения качения катка  $\delta=0.05$ , коэффициент трения скольжения между катком и дорогой  $f=0.2$ . Определить величину силы  $P$  и нормальную реакцию горизонтальной плоскости. Рукоятка АВ составляет с горизонталью угол  $\alpha=30^\circ$ .

а)



б)



**Задача №3.** Нахождение силы трения скольжения.

Условие: Брусок массой 5 килограмм скользит по горизонтальной поверхности. Сила трения скольжения равна 20 Н. Найдите силу трения, если масса бруска уменьшится в два раза, а коэффициент трения останется неизменным.

**Задача №4.** Нахождение коэффициента трения скольжения.

Условие: Тело скользит по горизонтальной плоскости. Найти коэффициент трения, если сила трения равна 5 Н, а сила давления тела на плоскость – 20 Н.

**Задача №5.** Нахождение силы трения и коэффициента трения.

Условие: Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается через 40 с после окончания спуска. Определите силу трения и коэффициент трения.

**Задача №6.** Нахождение силы трения. Условие: Брусок массой 20 кг равномерно перемещается по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, направленной под углом  $30^\circ$  к поверхности и равной 75 Н. Каков коэффициент трения между бруском и плоскостью?

**Задача №7.** Нахождение силы трения покоя. Условие: Ящик массой 10 кг стоит на горизонтальном полу. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н. Сдвинется ли он с места? Какова сила трения между ящиком и полом?

### 3.4 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

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

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-4.2	Основные понятия и определения триботехники и трибологии. Контакт поверхностей.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера. Химическая активность. Агдезия. Структура поверхности	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Классификация видов трения и изнашивания. Классификация и особенности видов трения.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Классификация видов изнашивания. Пути снижения интенсивности изнашивания	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Законы Кулона. Законы Кулона для трения скольжения (1-4 законы). Законы Кулона для трения качения (1-3 законы).	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Применение законов Кулона для решения практических задач	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Конструкционные методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава, их классификация	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава. Классификация методов нанесения износостойких покрытий.	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.2	Анализ и характер повреждаемости и износа трущихся деталей подвижного состава Трибосистема: Пятник-подпятник. Трибосистема: Рельс-колесо-тормозная колодка. Трибосистема: Фрикционный клин-фрикционная планка	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ

		1 – ЗТЗ
	Итого	55 – ОТЗ 55 – 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. Известен коэффициент трения скольжения  $f$  между телами. Сила перемещения тела массой  $m$  на горизонтальной плоскости с постоянной скоростью вычисляется по формуле:

- а)  $F=mg$ ;
- б)  $F=mgh$ ;
- в)  $F=mgf$ .**

2. Процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела <изнашивание>

3. В каких единицах выражается размерность коэффициента трения скольжения:

- а) в единицах длины;
- б) в единицах давления;
- в) безразмерный.**

4. Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах. Величина износа может выражаться в единицах длины, объема, массы и др. <износ>

5. Если вагон движется под уклон, то коэффициент трения качения между колесом и рельсом:

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;**
- в) не меняется.

6. свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания <износостойкость>

7. Ориентировочное значение коэффициента трения качения между колесом и рельсом, принятое при расчётах перемещения вагонов:

- а)  $k = 0,005$  см;
- б)  $k = 0,05$  см;**
- в)  $k = 0,5$  см.

8. Сложные многокомпонентные системы, предназначенные в основном для смазки и охлаждения металлообрабатывающих инструментов и деталей, что способствует снижению износа инструментов и повышению точности обработанных деталей (в процессе обработки материалов СОЖ выполняют, кроме того, ряд других функций: вымывают абразивную пыль и стружку, защищают обработанные детали, инструмент и оборудование от коррозии, улучшают санитарно-гигиенические условия работы) <смазочно-охлаждающие жидкости>

9. В каких единицах выражается размерность коэффициента трения качения:

- а) в единицах длины;

**б) безразмерный;**

в) в единицах давления.

10. Поглощение в объёме тела поверхностным слоем какого-либо компонента вещества **<адсорбция>**

11. Ориентировочное значение коэффициента трения скольжения между двумя обработанными стальными брусками:

а)  $f = 0,015$ ;

**б)  $f = 0,15$ ;**

в)  $f = 0,5$ .

12. Извлечения из поверхностного слоя какого-либо компонента вещества **<абсорбция>**

13. Приведенный коэффициент трения скольжения при перемещении изделия в клиновых направляющих по отношению перемещения в плоских направляющих:

а) уменьшается;

**б) увеличивается;**

в) не меняется.

14. Отношение износа к интервалу времени, в течение которого он возник **<скорость изнашивания>**

15. На какой угол  $\alpha$  необходимо наклонить плоскость, чтобы лежащее на нём тело массой  $m$  начало скользить от действия силы тяжести при известном коэффициенте трения скольжения  $f$ ?

а)  $\alpha = \arctg f$ ;

б)  $\alpha = \arcsin f$ ;

**в)  $\alpha = \arccos f$ .**

16. Вещества, используемые для предотвращения, задира и заедания, уменьшения и упорядочения износа взаимно перемещающихся поверхностей **<смазочные материалы>**

17. На какой угол  $\alpha$  необходимо наклонить рельсовый путь, чтобы лежащая на нём колёсная пара массой  $m$  и диаметром колеса  $D$  начала катиться без скольжения от действия силы тяжести при известном коэффициенте трения качения  $k$ :

**а)  $\alpha > \arctg(2k / D)$ ;**

б)  $\alpha < \arctg(2k / D)$ ;

в)  $\alpha > \arctg k$ .

18. Свойство твёрдых тел необратимо превращать в теплоту механическую энергию, сообщенную телу в процессе его деформирования **<внутреннее трение>**

### **3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету**

(для оценки знаний)

#### Раздел 1. «Основы износостойкости пар трения»

1.1. Характеристика этапов развития трибологии.

1.2. Существующие проблемы развития трибологии. Актуальные задачи трибологии и триботехники.

1.3. Изнашивание, износ и износостойкость. Основные понятия и определения.

1.4. Смазка, смазывание и смазочный материал. Основные понятия и определения.

1.5. Виды отклонений поверхности от идеальной геометрической формы. Макроотклонения и субмикрощероховатость.

- 1.6. Волнистость поверхности. Основные характеристики.
- 1.7. Шероховатости поверхности? Основные параметры и характеристики.
- 1.8. Классы шероховатости поверхности.
- 1.9. Качество поверхности. Физическая и геометрическая характеристики поверхности.
- 1.10. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта. Нагрузка в контакте.
- 1.11. Скорость и температура в контакте.
- 1.12. Дефекты структуры твердых тел: точечные и линейные. Характеристика.
- 1.13. Адсорбция. Физическая адсорбция и хемосорбция, отличительные особенности.
- 1.14. Эффект Ребиндера. Внешний и внутренний адсорбционные эффекты, отличительные особенности.
- 1.15. Типы точечных дефектов структуры твердых тел.
- 1.16. Трение покоя. Трение качения. Характеристика, особенности.
- 1.17. Трение покоя. Трение скольжения. Характеристика, особенности.
- 1.18. Трение покоя. Трение качения с проскальзыванием. Характеристика, особенности.

## Раздел 2. «Конструктивные и технологические методы повышения износостойкости трущихся деталей подвижного состава»

- 2.1. Характеристика и виды механического изнашивания.
- 2.2. Характеристика и виды коррозионно-механического изнашивания.
- 2.3. Интенсивность изнашивания. Определение. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.
- 2.4. Мероприятия по снижению интенсивности изнашивания узлов подвижного состава.
- 2.5. Первый и второй законы Кулона для трения скольжения. Физический смысл, формулы.
- 2.6. Третий и четвертый законы Кулона для трения скольжения. Физический смысл, формулы.
- 2.7. Законы Кулона для трения качения. Физический смысл, формулы.
- 2.8. Угол и конус трения. Физический смысл, формулы.
- 2.9. Группы технологических процессов по упрочнению деталей машин.
- 2.10. Пластическое деформирование деталей. Область применения, особенности.
- 2.11. Конструкция специального трехроликового приспособления для обкатывания осей.
- 2.12. Особенности обкатывания и дробеструйной обработки поверхностей деталей.
- 2.13. Особенности центробежно-шариковой упрочняющей обработки поверхностей деталей.
- 2.14. Особенности технологии плазменной поверхностной закалки колёсных пар.
- 2.15. Классификация материалов деталей, используемых в узлах трения.
- 2.16. Правила сочетания материалов в узлах трения подвижного состава.
- 2.17. Смазки для букс подвижного состава железных дорог: ЖРО, ЛЗ-ЦНИИ. Тип, характеристики.
- 2.18. Смазки для механизмов железнодорожных тормозов: ЖТКЗ-65 и ЖТ-72. Тип, характеристики.

## Раздел 3. «Повреждаемость и износ трущихся деталей подвижного состава»

- 3.1. Условный расчет подшипников скольжения.
- 3.2. Особенности выполнения теплового расчета подшипников скольжения.
- 3.3. Основные положения контактно – гидродинамической теории смазки.
- 3.4. Особенности выполнении проекторочного расчета подшипников скольжения жидкостной смазки.
- 3.5. Рекомендации при конструировании подшипников скольжения.
- 3.6. Факторы, способствующие проскальзыванию колес колесных пар и появлению сил трения скольжения.
- 3.7. Влияние конусности бандажа колесных пар на величину удельного сопротивления движению.
- 3.8. Влияние виляния колес в рельсовой колее на величину удельного сопротивления движению.
- 3.9. Причины неточности установки колесных пар в раме тележки подвижного

состава, и ее влияние на величину удельного сопротивления движению.

3.10. Причины и характер повреждаемости фрикционных клиньев. Допустимый износ вертикальной и наклонной поверхностей фрикционных клиньев.

3.11. Технологические операции по восстановлению изношенных фрикционных клиньев. Условия замены фрикционных клиньев.

3.12. Причины и характер повреждаемости фрикционных планок.

3.13. Технологические операции по восстановлению изношенных фрикционных планок. Условия замены фрикционных планок.

3.14 Причины и характер повреждаемости надрессорных балок в эксплуатации. технологические операции по восстановлению износов надрессорных балок.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

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
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Разноразовная задача (задание)	Выполнение разноразовных задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий

Для организации и проведения промежуточной аттестации 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 и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации 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. 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	Шкала оценивания
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 проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.