

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики
Кафедра автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

В.В. Быкадоров



2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Трибологические основы повышения надежности автомобилей»

по научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта

Лист согласования РПУД

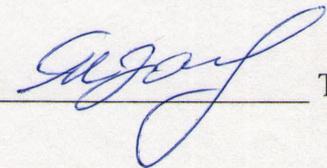
Рабочая программа учебной дисциплины «Трибологические основы повышения надежности автомобилей» по научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Трибологические основы повышения надежности автомобилей» по научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д-р техн. наук, проф. Замота Т.Н

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры автомобильного транспорта «04» 04 2023 г., протокол № 8

Руководитель образовательной программы аспирантуры  Т.Н.Замота

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии института транспорта и логистики  Е.И. Иванова

Структура и содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у аспирантов квалификации для решения практических задач трибологии при проектировании, эксплуатации и ремонте транспортных средств, содержащих узлы трения.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО. Данная дисциплина включена в учебный план по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре для специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 2 «Дисциплины (модули)», в раздел Дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших дисциплину «Трибологические основы повышения надежности автомобилей», разновидности процессов трения для образцов техники наземного транспорта различного назначения; нормативно-техническая документация по технике и технологии наземного транспорта; методы и средства испытаний, контроля качества объектов наземного транспорта в целом, а также отдельных агрегатов, подсистем и деталей.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Эксплуатация автомобильного транспорта», должны:

Основные задачи дисциплины.

Задача изучения трибологии состоит в обучении студентов методам повышения надежности, долговечности и динамической устойчивости узлов трения машин и оборудования транспортных средств, а также средствам повышения их КПД за счет снижения потерь энергии на трение. Необходимо увязать пути повышения износостойкости пар трения и уменьшения массово-габаритных показателей машин за счет использования и грамотного сочетания современных конструкционных и смазочных трибоматериалов.

В результате изучения аспирант должен:

1) **знать:** основные понятия и термины трибологии; основные узлы трения транспортных средств; основы теории контактирования шероховатых поверхностей; требования к выбору конструкционных и смазочных материалов для узлов трения; машины и методики трибологических испытаний материалов; классификацию видов изнашивания деталей машин; основные виды трения; требования к смазке узлов трения; виды и механизмы воздействия разрушающих факторов на детали машин; мероприятия по обеспечению надежности и долговечности узлов трения; способы снижения влияния разрушающих факторов на узлы трения машин; правила сочетаний и выбора трибоматериалов.

2) **уметь:** выбирать и пользоваться расчетными методами определения характеристик узлов трения машин; подбирать смазочные материалы для узлов

трения машин; проводить расчеты подшипников скольжения и качения; рассчитывать контактные напряжения, долговечность и скорость изнашивания пар трения; принимать конструкторские и технологические решения при разработке высокоресурсных узлов трения; создавать комплекс мер, предотвращающих появление катастрофических отказов оборудования; создавать комплекс мер, повышающих надежность узлов трения;

3) **владеть навыками:** идентификации видов изнашивания деталей машин; расчета характеристик трения трибоузлов; экспериментальной и расчетной оценки характеристик износа и изнашивания деталей машин; выбора и проектирования узлов трения высокой долговечности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)
Объем учебной дисциплины (всего)	108 (3 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	36
Лекции	12
Семинарские занятия	
Практические занятия	24
Лабораторные работы	
Курсовая работа (курсовой проект)	
Индивидуальное задание	
Самостоятельная работа студента (всего)	72
Форма аттестации	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Трибология и триботехника. Основные понятия. Роль трения в работе машин и оборудования. Основные задачи триботехники.

2. Цели и задачи науки о трении и изнашивания. Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее.

3. Виды и режимы трения Классификация трения. Теоретические основы трибологии. Трение в соединениях. Внутреннее трение в жидкостях

4. Особенности строения и свойства трущихся тел. Характер взаимодействия между атомами, ионами и молекулами. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы и поликристаллы. Элементарная кристаллическая ячейка. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Дефекты структуры. Рельеф поверхности твердых тел. Микродефекты поверхности. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела. Физико-химические свойства поверхностей трения твердых тел. Свободная поверхностная энергия твердых тел. Адсорбция. Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.

5. Особенности взаимодействия твердых тел. Контактирование гладких поверхностей твердых тел. Адгезионное взаимодействие между твердыми телами. Типы фрикционных связей. Развитие усталостных трещин при трении. Работа трения. Температура на поверхностях трения. Химическое модифицирование поверхности. Эффект П.А. Ребиндера. Угол смачивания поверхности твердого тела. Особенности трения твердых тел. Влияние оксидных, адсорбционных и других поверхностных пленок на трение твердых тел. Обобщенные закономерности трения твердых тел.

6. Изнашивание твердых тел. Общие понятия и определения. Классы износостойкости. Входные и выходные параметры и внутренние факторы, определяющие износ. Механические виды изнашивания. Молекулярно-механические виды изнашивания. Коррозионно-механические виды изнашивания. Переход одних видов изнашивания в другие. Адсорбционное понижение прочности трущихся тел.

7. Стадии изнашивания трущихся тел. Три стадии изнашивания трущихся тел. Распределение износа между трущимися телами по их рабочим поверхностям. Расчетные методы оценки изнашивания. Общие закономерности измерения силы трения и скорости изнашивания в зависимости от условий нагружения. Понятие износостойких и неизносостойких материалов. Основные направления совершенствования триботехнических свойств подшипников скольжения и качения. Теоретические основы трения качения.

8. Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении. Смазка. Смазочные материалы и системы. Основные понятия и определения. Жидкие смазочные материалы. Твердые смазочные материалы. Пластичные смазочные материалы. Газовые смазочные материалы. Целесообразность использования смазочных материалов. Граничная смазка.

9. Методы и приборы для исследования трения и износа твердых тел. Классификация машин трения по силовым и кинематическим признакам. Общие представления о конструкции и технических характеристиках отечественных машин трения. Отечественные серийные универсальные машины трения.

10. Методы трибологических испытаний. Переносные устройства для измерения коэффициента трения. Пластическое деформирование, антифрикционные и противотрибологические покрытия.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов
1	Введение. Трибология и триботехника. Основные понятия. Роль трения в работе машин и оборудования. Основные задачи триботехники.	4
2	Цели и задачи науки о трении и изнашивания. Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее.	
3	Виды и режимы трения Классификация трения. Теоретические основы трибологии. Трение в соединениях. Внутреннее трение в жидкостях.	
4	Особенности строения и свойства трущихся тел.	

5	Особенности взаимодействия твердых тел.	2
6	Изнашивание твердых тел.	2
7	Стадии изнашивания трущихся тел.	2
8	Трение со смазкой.	
9	Методы и приборы для исследования трения и износа твердых тел.	2
10	Методы трибологических испытаний.	
Итого:		12

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов
1	Введение. Трибология и триботехника. Основные понятия. Роль трения в работе машин и оборудования. Основные задачи триботехники.	8
2	Цели и задачи науки о трении и изнашивания. Виды трения по характеру относительного перемещения. Трение внешнее и внутреннее.	
3	Виды и режимы трения Классификация трения. Теоретические основы трибологии. Трение в соединениях. Внутреннее трение в жидкостях.	
4	Особенности строения и свойства трущихся тел.	4
5	Особенности взаимодействия твердых тел.	4
6	Изнашивание твердых тел.	4
7	Стадии изнашивания трущихся тел.	4
8	Трение со смазкой.	
9	Методы и приборы для исследования трения и износа твердых тел.	4
10	Методы трибологических испытаний.	
Итого:		24

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов
1	Изучение студентами достижений науки и техники в области триботехники и смазочных материалов.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации	8
2	Освоение основных закономерностей трения: скольжения (жидкостного, граничного, сухого) и качения	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	8
3	Изучение причин и этапов процесса ужесточения износа деталей при трении скольжении; совместимости поверхностей трения.	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям, самостоятельный поиск источников информации. Подготовка к текущему и промежуточному контролю.	8
4	Расчет смазки трибосопряжений.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю. Самостоятельный поиск источников информации.	8
5	Разработка и обеспечение качества смазочных материалов и их показателей.	Подготовка к практическому занятию и к промежуточной аттестации.	8

6	Диагностика качества свежих и работающих масел, а также нарушения штатного режима функционирования трибосопряжений по параметрам частиц износа в работающем масле.	Подготовка к практическим занятиям и к промежуточному контролю знаний и умений. Самостоятельный поиск источников информации.	8
7	Показатели качества масел. Качество масел и их влияние на ресурс агрегатов машин.	Самостоятельный поиск источников информации.	8
8	Оценка функционирования узлов трения по параметрам металлических частиц в работающем масле.	Подготовка к практическому занятию и к заключительной аттестации.	8
9	Трибологические основы повышения надежности машин.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации.	8
Итого:			72

4.7. Курсовые работы/проекты

Курсовых работ/проектов в учебном плане не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства обучающихся, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности обучающихся и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед обучающимся познавательных задач, разрешение которых позволяет активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности обучающихся, их реализацию и развитие;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности обучающихся (используются активные и интерактивные методы обучения).

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины «Трибологические основы повышения надежности автомобилей»

Систематический планомерный контроль (сочетание различных видов и форм контроля, разнообразие их, использование технических средств для этих целей) является действенным способом упрочения знаний, умений и навыков, важным средством управления процессом усвоения.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

1. Устный опрос.
2. Письменный контроль (тестирование).
3. Комбинированный опрос.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, представлены в соответствии с Положением о фонде оценочных средств

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25% на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника: учебное пособие /Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. - 2-е изд. стер.-М.: КНОРУС, 2013.-408С.

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

3. Дроздов Ю.Н. прикладная трибология (трение, износ, смазка) Ю.Н. Дроздов, Е.Г. Юдин, А.И. Белов; под. общ. ред. Ю.Н. Дроздова – Москва: 2010- 604С Эко пресс.

4. Харламов, Ю. А. Основы трибтехники: учебник / Ю. А. Харламов, Д. А. Вишневский, А. П. Жильцов. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 354 с. — ISBN 978-5-88247-880-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART:

[сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88791.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Пенкин Н.С. Пенкин А.Н. Сербин В.М. Основа трибологии и триботехники М.: Машиностроение, 2008-206С.

б) дополнительная литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безизносность) Учебник.- М.: издательство “МСХА” .2001-616С.

2. Стародубцев, Б. И. Триботехника металлургического оборудования : учебное пособие / Б. И. Стародубцев, В. А. Сидоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-9729-1015-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123899.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Доценко А.И. Основы триботехники: учебник/ А.И. Доценко, И.А.Буяковский. - М.:ИНФРА – М,2014-336С.

в) методические указания:

Кирпиченко Ю.Е., Трофименко А.Ф. Основы трибологии: Теория. Лабораторный практикум. Упражнения Учебное издание. — Гомель.: Инфотрибо, 1995. — 224 с.

г) интернет-ресурсы

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Трибологические основы повышения надежности автомобилей» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Фонд оценочных средств по дисциплине «Трибологические основы повышения надежности автомобилей»

Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений аспирантов, освоивших ООП ГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта. ФОС предназначен для дисциплины «Трибологические основы повышения надежности автомобилей»

Планируемые результаты обучения.

- **знать:** основные понятия и термины трибологии; основные узлы трения транспортных средств; основы теории контактирования шероховатых поверхностей; требования к выбору конструкционных и смазочных материалов для узлов трения; машины и методики трибологических испытаний материалов; классификацию видов изнашивания деталей машин; основные виды трения; требования к смазке узлов трения; виды и механизмы воздействия разрушающих факторов на детали машин; мероприятия по обеспечению надежности и долговечности узлов трения; способы снижения влияния разрушающих факторов на узлы трения машин; правила сочетаний и выбора трибоматериалов.

- **уметь:** выбирать и пользоваться расчетными методами определения характеристик узлов трения машин; подбирать смазочные материалы для узлов трения машин; проводить расчеты подшипников скольжения и качения; рассчитывать контактные напряжения, долговечность и скорость изнашивания пар трения; принимать конструкторские и технологические решения при разработке высокоресурсных узлов трения; создавать комплекс мер, предотвращающих появление катастрофических отказов оборудования; создавать комплекс мер, повышающих надежность узлов трения;

- **владеть навыками:** идентификации видов изнашивания деталей машин; расчета характеристик трения трибоузлов; экспериментальной и расчетной оценки характеристик износа и изнашивания деталей машин; выбора и проектирования узлов трения высокой долговечности.

Вопросы по практическим работам (устный опрос):

1. Краткий обзор теории трения.
2. Природа внешнего трения твердых тел.
3. Молекулярное взаимодействие между трущимися телами.
4. Контакт твердых тел.
5. Сила и коэффициент трения.
6. Определение молекулярной и механической составляющей коэффициента трения.
7. Расчет суммарного коэффициента трения.
8. Виды изнашивания и его общие закономерности.

9. Количественная оценка изнашивания.
10. Испытание на трение и изнашивание.
11. Влияние условий трения на фрикционные характеристики и изнашивание.
12. Устройство и принцип действия машины трения СМЦ-2.
13. Разрыхление поверхностного слоя.
14. Основные направления, применения и типы твердых смазочных материалов.
15. Антифрикционные и износостойкие покрытия на металлической основе.
16. Антифрикционные и износостойкие покрытия с полимерным связующим.
17. Антифрикционные самосмазывающиеся материалы.
18. Формирование поверхностных структур с низкой адгезией.
19. Фрикционные материалы.
20. Повышение твердости подложки.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа (устный опрос)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны менее чем на 50 %)

Диагностическое тестирование:

Комплект тестовых задач (заданий) по дисциплине «Трибология и триботехника»

1. Трибология:
 1. наука о трении и процессах сопровождающие трение;
 2. раздел физики изучающий кристаллическое строение твердых тел;
 3. раздел физики изучающий состав и внутреннюю структуру твердых тел.
2. Триботехника:
 1. это упорядоченные знания по обработке металлов резанием;

2. это упорядоченные знания о практическом применении трибологии;
3. это упорядоченные знания по техническому обслуживанию и ремонту машин.

3. Трибосопряжение:

1. это совокупность взаимодействующих поверхностей;
2. это контакт двух шероховатых поверхностей;
3. это сложная термодинамическая система, в которой происходит преобразование энергии механического движения в другие виды (теплоту, колебания и др.) с передачей преобразованной энергии внешней среде.

4. Что такое «Трибосистема»?

1. система, состоящая из тела и контртела;
2. система, состоящая из множества элементов выполняющую одну общую задачу;
3. это сложная термодинамическая система, образующаяся при взаимодействии трущихся тел, а также промежуточной среды и частиц окружающей среды, обеспечивающая появление характеристик трения, изнашивания, теплообразования и структурно-фазовых превращений.

5. Что такое «Антифрикционность»?

1. свойство рабочей поверхности детали сопротивляться процессу изнашивания;
2. свойство взаимодействующих тел сопротивляться изнашиванию;
3. это свойство трибосистемы, при котором реализуются устойчивые состояния с приемлемо низкими значениями сил трения. Считается, что коэффициент трения антифрикционных материалов при наличии смазочного материала равен $0,001 \dots 0,05$, а без него- $0,004 \dots 0,3$.

6. Адгезия характеризует слипание поверхностей двух _____ твердых или жидких тел.

7. Что такое «внешнее трение»?

1. это механическое сопротивление, возникающее в плоскости касания двух соприкасающихся тел при их относительном перемещении, сопровождающееся выделением тепла, электризацией тел, и т.д.;
2. это механическое сопротивление между двумя соприкасающимися телами, находящимися в состоянии покоя;
3. это механическое сопротивление между двумя телами на поверхности которых нанесено фрикционное покрытие.

8. Трение, возникающее при сопротивлении твердых тел деформированию – это _____.

9. Трение, возникающее внутри металлов при их нагревании – это _____.

10. Внутреннее трение в жидкостях (вязкость) - это:

1. свойство жидкостей оказывать сопротивление перемещению металлических изделий;
2. трение жидкостей при движении внутренней стенки трубопроводов;
3. это свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой.

11. Поверхность трения – это: 1. поверхность агрегата; 2. поверхность узла; 3. поверхность тела, участвующая в трении.

12. Сила трения:

1. сила необходимая чтобы поднять объект, находящийся в покое;
2. это сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под воздействием внешней силы, направленной по касательной к общей границе между этими телами;
3. сила необходимая для придания телу равномерной скорости.

13. Наибольшая сила трения покоя равна _____ км.

14. Коэффициент трения:

1. это безразмерная величина, равная отношению силы трения к нормальной нагрузке;
2. это безразмерная величина, равная отношению нормальной силы, прижимающей тела друг к другу к силе трения этих тел;
3. это безразмерная величина, равная отношению силы трения двух тел к нормальной силе, прижимающей эти тела друг к другу.

15. Коэффициент трения скольжения:

1. это безразмерная величина, равная отношению силы трения к нормальной нагрузке;
2. это безразмерная величина равная отношению силы трения к параллельной нагрузке;
3. это безразмерная величина равная отношению силы трения к касательной нагрузке.

16. Скорость скольжения:

1. разность скоростей тел в точках касания при скольжении;
2. сумма скоростей тел в точках касания при скольжении;
3. среднее арифметическое скоростей тел в точках касания при скольжении.

16. Трение покоя:

1. трение двух тел при их относительном движении;
2. трение двух тел при микроперемещениях до перехода к относительному движению;
3. трение двух тел в точках касания при скольжении.

17. Трение движения:

1. трение двух тел при микроперемещениях до перехода к относительному движению;
2. трение между соприкасающимися телами находящимися в состоянии покоя;
3. трение двух тел, находящихся в относительном движении.

18. Трение скольжения:

1. трение движения твердого тела по твердой наклонной плоскости;
2. трение движения двух твердых тел, при котором скорости тел в точках касания различны по величине и направлению или по величине или направлению;
3. трение движения двух твердых тел, при котором скорости тел в точках касания одинаковы по величине и направлению.

19. Трение качения:

1. трение движения двух твердых тел, при котором их скорости в точках касания одинаковы по величине и направлению;
2. трение движения двух твердых тел, при котором скорости тел в точках касания различны по величине и направлению;
3. трение движения двух твердых тел, при котором скорости тел в точках касания равны нулю.

20. Трение качения с проскальзыванием:

1. трение при скатывании металлического шара по твердой наклонной плоскости;
2. трение при движении двух соприкасающихся тел, скорости которых в точках касания равны нулю;
3. трение движения двух соприкасающихся тел при одновременном трении качения и скольжения в зоне контакта.

21. Износ – это результат _____.

22. Отношение износа к величине наработки в течении которого он возник – это _____.

23. Отношение износа к интервалу времени, в течении которого он возник – это _____.

24. Отношения износа к интервалу времени, в течении которого возник – это _____.

25. Отношение значение износа к пути, на котором происходит изнашивание или к объему выполненной работы – это _____.

26. Износостойкость:

1. свойства материала выдерживать большие контактные напряжения;
2. свойства материала выдерживать эксплуатационные нагрузки;
3. свойства материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

27. Смазочные материалы:

1. вещества, снижающие коэффициент трения;
2. вещества, увеличивающие скорость изнашивания деталей;
3. вещества, используемые для предотвращения, задира и заедания, уменьшения и упорядочения износа.

28. Пластичные смазки:

1. смазки, находящиеся в пластичном состоянии;
2. консистентные смазки, проявляющие в зависимости от нагрузки свойства жидкости или твердого тела;
3. смазки, находящиеся в жидком состоянии.

29. Типы пластических смазок:

1. антифрикционные, консервиционные;
2. уплотнительные, резьбовые, вакуумные;
3. трансмиссионные.

30. Подшипник скольжения, в котором в качестве масляного слоя между трущимися поверхностями используются пластичные смазки – это _____.

Критерии оценки остаточных знаний по дисциплине:

«Зачтено» - при правильном выполнении 70% и более заданий теста;

«Не зачтено» - при правильном выполнении менее 70% заданий теста.

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет):

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Роль трибологии и триботехники в решении проблем безопасности, экологии и экономики.

3. Физическая природа трения. Адгезия и когезия.
4. Зависимость сил адгезии и когезии от чистоты (гладкости) сопрягаемых поверхностей.
5. Макро- и микропогрешности поверхностей трения.
6. Понятие о волнистости и шероховатости поверхности. Шероховатость технологическое и эксплуатационное, равновесное и неравновесное.
7. Параметры, принимаемые для оценивания шероховатости.
8. Воздействие пластической деформации при обработке поверхностей деталей на напрягаемое состояние и на изменение структуры поверхностных слоев.
9. Адсорбция поверхностно-активных веществ. Эффект П. А. Рабнидера.
10. Понятие о силе трения движения, неполной силе покоя, наибольшей силе покоя (сцеплении).
11. Понятие о сухом, жидкостном, граничном, полусухом, полужидкостном трении, а также трение со смазочным материалом и без смазочного материала.
12. Зависимости Амонтона-Кулона для определения сил трения скольжения и каление.
13. Основные положения закона трения скольжения.
14. Понятие изнашивания, износа, интенсивности и скорости изнашивания, износостойкости, предельного износа.
15. Факторы, обуславливающие изнашивание.
16. Элементарные процессы изнашивания.
17. Сущность и виды абразивного изнашивания. Особенность абразивного изнашивания мягких материалов.
18. Пути повышения износостойкости при абразивном изнашивании.
19. Сущность окислительного изнашивания. Меры борьбы.
20. Виды коррозии, коррозионно-механическое изнашивание. Пути уменьшения коррозии.
21. Фреттинг и фреттинг-коррозия, сущность, факторы, влияющие на фреттингкоррозию и пути ее устранения и уменьшения.
22. Кавитационное изнашивание, сущность и механизм проявления, пути уменьшения.
23. Эрозия, виды, пути уменьшения, абляция.
24. Пластические деформации, виды, пути уменьшения.
25. Диспергирование структуры металла, преобразование структуры металла.
26. Схватывание сущность, целевые проявления, формы схватывания: натир, зазор, заедание, «прикипание».
27. Процессы, происхождения при усталостном выкрашивании.
28. Водородное изнашивание (охрупчивание).
29. Стадии и закономерности развития трения.
30. Мера изнашивания. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.

31. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.
32. Трения в треугольных направляющих.
33. Трение в цилиндрических направляющих.
34. Трение во вращательных парах с зазором.
35. Трение во вращательных парах без зазора.
36. Трение во вращательных парах типа кольцевой пяты.
37. Трение в резьбовых соединениях.
38. Трение качение цилиндра по плоскости.
39. Трение платформы на катках.
40. Трение во фрикционной передаче.
41. Трение колеса повозки и дороги.
42. Трение гибкой нити, охватывающей цилиндр.
43. Трение в ременной передаче.
44. Сдвигоустойчивое соединение.
45. Прессовое соединение в валах.
46. Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей.
47. Влияние нормальной вибрации на силы трения и изнашивание.
48. Влияние тангенциальной вибрации на силы трения и изнашивание.
49. Причины автоколебаний в машинах.
50. Механизм возникновения автоколебаний при падающей характеристике сил трения, а также наличии скачка силы трения при переходе от покоя к движению.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине
« _____ » соответствует требованиям
ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки аспирантов по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии транспорта и логистики

_____ Е.И. Иванова