



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**«ТРИБОЛОГИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Агроинженерии и пищевых систем  
Кафедра теории механизмов и машин и деталей машин

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ОПК-12.5: Демонстрирует знание основ трибологии при проектировании, изготовлении и эксплуатации технологических машин и оборудования	Трибология	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- место трибологии в системе технических и практических знаний;</li> <li>- основные законы и модели трения, изнашивания и смазки;</li> <li>- принцип оптимизации свойств трибосистемы при создании машин, обладающих свойством энерго-и материалоемкости.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструировать узлы трения машин общего назначения в соответствии с техническими требованиями и заданием, использовать стандарты и справочную литературу, назначать материалы для узлов трения машин, исходя из требований конструкции и эксплуатации.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска, анализа и обобщения новых разработок, использования современных знаний для проектирования узлов трения для надёжных и долговечных технических систем (машин).</li> </ul>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

2.1. Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2. К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- контрольные вопросы по практическим занятиям;
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- контрольные вопросы по дисциплине;
- промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1. **Тестовые задания** разработаны по всем темам теоретического курса дисциплины (Приложение А). Теоретический курс дисциплины рассчитан на 14 часов, т. е. 7 тем.

Тестирование проводится в завершении теоретического и практического обучения на практических занятиях. Каждый вариант тестового задания по дисциплине содержит пятнадцать вопросов с вариантами ответов, последнее позволяет объективно оценить уровень знаний, полученных на лекционных и практических занятиях.

Критерии выставления оценки при выполнении тестовых заданий следующие:

- оценка 5 **«отлично»** выставляется при верном ответе на восемь-десять вопросов тестового задания;
- оценка 4 **«хорошо»** выставляется при трех-четырех неверных ответах на вопросы тестового задания;
- оценка 3 **«удовлетворительно»** ставится, если допущено пять-шесть неверных ответов на вопросы тестового задания;
- оценка 2 **«неудовлетворительно»** ставится, если при выполнении тестового задания студентом обозначено два правильных ответа.

Результаты тестирования с указанием типичных ошибок разбираются преподавателем на завершающем лекционном занятии, а также в процессе консультирования. Если по результатам выполнения тестового задания по данной теме студент получил оценку

«неудовлетворительно», то студенту выдается другой вариант тестового задания по этой теме.

3.2. **Темы практических занятий и контрольные вопросы** представлены в Приложении Б.

Студенты, выполняя практическую работу, в конце занятия оформляют отчет и делают выводы. В учебно-методическом пособии по выполнению практических работ к каждой практической работе приведен список контрольных вопросов. Студент имеет право защитить практическую работу (представив отчет по ней), ответив на контрольные вопросы во время занятия (в конце занятия), на консультации по дисциплине, либо в конце семестра.

Студенты, защитившие все выполненные практические работы, допускаются к промежуточной аттестации.

3.3. Студенты заочной формы обучения получают задание на контрольную работу после лекционных занятий. Преподаватель обозначает тему и существо контрольной работы. По итогам совместной работы на практических занятиях студент оформляет свою контрольную работу по правилам оформления текстового документа и предъявляет ее на зачете преподавателю. Задание для выполнения контрольной работы составлено так, что оно охватывает практические темы дисциплины. В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины даются примерные задания на выполнение контрольной работы.

Критерии оценивания при выполнении контрольной работы. Контрольная работа оценивается

по шкале – зачтено / не зачтено. Отметка «**Зачтено**» ставится за выполненную контрольную работу в следующем случае: студент присутствовал на занятиях, контрольная работа оформлена студентом качественно, включает титульный лист (Приложение Г), аннотацию, описание существа контрольной работы, список использованных источников.

Отметка «**Не зачтено**» за невыполнение контрольной работы либо за отсутствие на занятиях.

#### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме **зачета** проводится по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

В случае не прохождения текущего контроля, студент может получить зачет на основании результатов проведения промежуточной аттестации.

К зачету допускаются:

- студенты, получившие положительную оценку в процессе тестирования по итогам изучения дисциплины;
- студенты, получившие положительную оценку по ответам на контрольные вопросы практических работ;
- студенты заочной формы обучения, получившие положительную отметку (зачтено) за выполненную контрольную работу.

**Контрольные вопросы на зачет по дисциплине** приведены в Приложении В.

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Трибология» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры теории механизмов и машин и деталей машин.

Заведующий кафедрой



С.В. Федоров

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 3 от 21.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



Ю.А. Фатыхов

## Приложение А

### Тестовые задания по дисциплине

#### 1 вариант

	Вопросы	Варианты ответа
1.1	Понятие о том, что трение – это сопротивление относительному перемещению двух тел в точках контакта по касательной к поверхности первоначально приписывают:	1. Аристотелю 2. Леонардо да Винчи 3. Ньютону 4. Эйнштейну
1.2	Понятие о коэффициенте трения впервые сформулировал:	1. Леонардо да Винчи 2. Михаил Ломоносов 3. Шарль Кулон 4. Гийом Амонтон
1.3	Выражение для коэффициента трения в виде формулы $\mu = \frac{F}{N}$ впервые предложил:	1. Сирано де Бержерак 2. Гильом Амонтон 3. Мольер Жан Батист 4. Деагюлье
1.4.	Эффект парадокса о механической теории трения для случая очень гладких поверхностей:	1. Трение растёт 2. Трение падает 3. Трение постоянно 4. Сложная закономерность
1.5	Тангенс угла наклона плоскости с телом трения определяет:	1. Силу трения 2. Момент трения 3. Коэффициент трения 4. Работу трения
1.6	Джон Лесли предложил теорию трения:	1. Молекулярную 2. Механическую 3. Деформационную 4. Тепловую
1.7	Джон Лесли обосновал следующий парадокс механической теории трения:	1. Трение положительно 2. Трение отрицательно 3. Трение нулевое 4. Трение неопределенное
1.8	Двойственную природу трения обосновал фактором сцепленности:	1. Шарль Кулон 2. Роберт Гук 3. Чарльз Дарвин 4. Жан Поль Бельмондо
1.9	Трение – это причина ...	1. Охлаждения 2. Выделения тепла 3. Выделения влаги 4. Появления ветра
1.10	Коэффициент трения определяет следующее выражение:	1. $\mu = \frac{F}{N}$ 2. $\sigma = E \cdot \Delta l$ 3. $F = \mu \cdot N$

		4. $E = m \cdot c^2$
1.11	Профессор И.В. Крагельский – это...	1. Советский триболог 2. Американский триболог 3. Британский триболог 4. Российский триболог
1.12	Пять типов фрикционных связей рассмотрел и предложил...	1. Ф. Ф. Боуден 2. И.В. Крагельский 3. Д. Бакли 4. Д.Тейбор
1.13	Определил экспериментально, что температура на контакте трения может быть равной температуре плавления трущихся тел...	1. Ф.Ф.Боуден 2. Р.М. Матвеевский 3. А.В. Чичинадзе 4. И.А.Буяновский
1.14	А.Паран рассмотрел равновесие тела на плоскости с трением и предложил понятие...	1. Угла трения 2. Коэффициента трения 3. Силы трения 4. Пути трения
1.15	Первой теорией трения следует считать...	1. Механическую теорию трения 2. Молекулярную теорию трения 3. Тепловую теорию трения 4. Двойственную теорию трения

2 вариант

	Вопросы	Варианты ответа
2.1	Основным видом разрушения ходовых резьб является:	1. Срез витков 2. Износ витков 3. Смятие витков 4. Скручивание витков
2.2	Условие самоторможения в резьбе определяется:	1. Равенством угла подъёма резьбы углу трения 2. Угол трения больше угла подъёма резьбы 3. Угол трения меньше угла подъёма резьбы 4. Не имеет значения
2.3	Установлено, что при современном уровне техники 85...90% машин выходят из строя в результате:	1. изнашивания 2. статической перегрузке 3. сопротивления объёмной усталости 4. Вибрации
2.4.	Износостойкость характеризует работу деталей	1. Трения

	машин в условиях:	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Коррозионной активности</li> <li>3. Объёмного растяжения</li> <li>4. Ударного нагружения</li> </ol>
2.5	Автором молекулярно-механической теории трения является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. И.В.Крагельский</li> <li>2. Б.В.Дерягин</li> <li>3. Д. Тейбор</li> <li>4. А. Эрдемир</li> </ol>
2.6	Автором деформационно-адгезионной теории трения является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. И.В.Крагельский</li> <li>2. В.С.Щедров</li> <li>3.Ф.Ф.Боуден, Д. Тейбор</li> <li>4. А.В.Чичинадзе</li> </ol>
2.7	Принцип суммирования температур на контакте трения предложил...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. И.В.Крагельский</li> <li>2. В.С.Щедров</li> <li>3. Р.М.Матвеевский</li> <li>4. А.В.Чичинадзе</li> </ol>
2.8	Критерием разрушения смазки при трении является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прочность на сжатие</li> <li>2. Температура термодеструкции</li> <li>3. Напряжение сдвига</li> <li>4. Число Авогадро</li> </ol>
2.9	Четвертый тип фрикционной связи определяет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эффект «третьего тела»</li> <li>2. Схватывание и заедание</li> <li>3. Абразивный износ</li> <li>4. Пластическое оттеснение без разрушения</li> </ol>
2.10	Теория среза-пропахивания – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Молекулярно-механическая теория трения</li> <li>2. Деформационно-адгезионная теория трения</li> <li>3. Механическая теория трения</li> <li>4. Адгезионная теория трения</li> </ol>
2.11	Повреждаемостью при трении считают ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абразию</li> <li>2. Упругое оттеснение</li> <li>3. Пластическое оттеснение</li> <li>4. Механохимический износ</li> </ol>
2.12	Свойство материалов, сопряженных поверхностей предотвращать схватывание при трении называют ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Совместимость притрени</li> <li>2. Прирабатываемость</li> <li>3. Износостойкость материала</li> <li>4. Прилегаемость при трении</li> </ol>
2.13	Присадка, понижающая температуру застывания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Противозадирная присадка</li> </ol>



	жидкого смазочного материала - это....	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Депрессорная присадка</li> <li>3. Противопенная присадка</li> <li>4. Противозносная присадка</li> </ol>
2.14	Жидкостная(газовая) смазка, при которой полное разделение поверхностей трения осуществляется в результате давления, самовозникающего в слое жидкости (газа) при относительном движении поверхностей – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Твердая смазка</li> <li>2. Гидродинамическая (газодинамическая) смазка</li> <li>3. Граничная смазка</li> <li>4. Эласто-гидродинамическая смазка</li> </ol>
2.15	Механическое изнашивание соприкасающихся тел при колебательном относительном микросмещении – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электроэрозионное изнашивание</li> <li>2. Изнашивание при фреттинге</li> <li>3. Окислительное изнашивание</li> <li>4. Изнашивание при заедании</li> </ol>

3 вариант

	Вопросы	Варианты ответа
3.1	Уравнение Л.Эйлера для определения динамического коэффициента трения означает, что	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамический коэффициент трения меньше статического;</li> <li>2. Динамический коэффициент трения больше статического;</li> <li>3. Динамический коэффициент трения равен статическому;</li> <li>4. Динамический коэффициент трения не связан со статическим.</li> </ol>
3.2	Конус трения определяет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Форму шероховатостей поверхностей трения;</li> <li>2. Область направления тягового усилия;</li> <li>3. Форму частиц износа;</li> <li>4. Область приложения нормальной нагрузки.</li> </ol>
3.3	В ременной передаче большая сила трения – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хорошо;</li> <li>2. Плохо;</li> <li>3. Не имеет значения;</li> <li>4. Требуется оптимального значения.</li> </ol>
3.4.	Активная сила трения используется для передачи движения в	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ременной передаче;</li> <li>2. Зубчатой;</li> <li>3. Цепной;</li> <li>4. Винтовой.</li> </ol>
3.5	Центральной гипотезой схватывания при трении является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергетическая гипотеза;</li> <li>2. Диффузионная гипотеза;</li> <li>3. Рекристаллизационная</li> </ol>

		гипотеза; 4. Пленочная гипотеза.
3.6	Повреждение поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения – это	1. Задир; 2. Отслаивание; 3. Выкрашивание; 4. Царапина.
3.7	Механическое изнашивание материала в результате режущего или царапающего действия твердых частиц – это	1. Механическое изнашивание; 2. Усталостное изнашивание; 3. Абразивное изнашивание; 4. Коррозионно-механическое изнашивание.
3.8	Присадка, уменьшающая или препятствующая образованию стойкой пены в жидком смазочном материале – это	1. Диспергирующая присадка; 2. Противопенная присадка; 3. Противозадирная присадка; 4. Противоизносная присадка
3.9	Не является антифрикционным сплавом -	1. 40Х; 2. БрС30; 3. АО20-1; 4. Баббит.
3.10	Самотормозящей передачей считается	1. Винтовая передача; 2. Зубчатая передача; 3. Червячная передача; 4. Ременная передача.
3.11	Крепежные резьбы самотормозящие потому что угол трения	1. Равен углу подъема резьбы; 2. Больше угла подъема резьбы; 3. Меньше угла подъема резьбы; 4. Нулевой.
3.12	Гребной винт судна изнашивается по причине	1. Электроэрозионного изнашивания; 2. Окислительного изнашивания; 3. Кавитационного изнашивания; 4. Абразивного изнашивания.
3.13	Резьбовые соединения изнашиваются по причине	1. Механического изнашивания; 2. Гидроэрозионного изнашивания; 3. Изнашивания при фреттинге; 4. Окислительного изнашивания.
3.14	Эффект «молекулярного ворса» на поверхности трения – это признак	1. Граничной смазки; 2. Гидродинамической смазки; 3. Упругогидродинамической смазки; 4. Твердой смазки.
3.15	Дисульфид молибдена определяет эффект	1. Жидкой смазки; 2. Газовой смазки; 3. Смешанной смазки; 4. Твердой смазки.

## Приложение Б

### Перечень практических работ и контрольные вопросы по дисциплине «Трибология» (см. таблицу П.1)

Таблица П.1 – Перечень практических работ по дисциплине

Номер ПЗ	Номер темы дисциплины	Наименование практической работы	Кол-во часов ПЗ	
			очная форма	заочная форма
Семестр			6	6
1	4	Измерение коэффициента статического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости	2	2
2	4	Измерение коэффициента динамического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости	2	2
3	4,5,6	Лабораторные установки для изучения трения, изнашивания и смазки	2	2
4	4	Экспериментальные испытания подшипников скольжения	2	-
5	5	Анализ видов повреждаемости и износа при трении	2	2
6	6	Минеральные масла. Применение. Обозначение	2	
7	6	Определение оптимального количества смазки по моменту трения в подшипниках качения на установке 28М	2	-
8	4,5,6	Заводские (натурные) стенды и оборудование для испытания на трение, изнашивание и смазку. Семинар с презентацией.	2	-
<b>Итого по дисциплине</b>			<b>16</b>	<b>4</b>

#### *Практическая работа № 1.*

*Тема занятия:* «Измерение коэффициента статического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости».

*Цель работы.* Ознакомление с методом измерения коэффициентов статического трения с использованием наклонной плоскости, моделирование лабораторного эксперимента наклонной плоскости, определение величин коэффициентов трения различных поверхностей.

#### Контрольные вопросы по практической работе:

1. Что такое коэффициент трения?
2. Каково отличие статического коэффициента трения от динамического?
3. В чем суть условия равновесия при наличии трения?
4. Как определяется коэффициент трения по Парану?
5. Объясните такое понятие как конус трения?
6. Докажите, что метод наклонной плоскости измерения статического коэффициента трения применим в реальной инженерной практике.
7. Каким способом можно уменьшить величину коэффициента статического трения?

### *Практическая работа № 2.*

*Тема занятия:* «Измерение коэффициента динамического трения поверхностей различного качества и природы методом наклонной плоскости».

*Цель работы.* Ознакомление с методом измерения коэффициентов динамического трения с использованием наклонной плоскости, моделирование лабораторного эксперимента наклонной плоскости, определение величин коэффициентов трения различных поверхностей.

#### Контрольные вопросы по практической работе:

1. Что такое коэффициент трения?
2. Каково отличие статического коэффициента трения от динамического?
3. В чем суть условия равновесия при наличии трения?
4. Как определяется коэффициент трения по Парану?
5. Объясните, такое понятие как конус трения?
6. Докажите, что метод наклонной плоскости измерения статического коэффициента трения применим в реальной инженерной практике.
7. Докажите теоретически, что коэффициент динамического трения меньше коэффициента статического трения.
8. Каким способом можно уменьшить величину коэффициента статического трения?

### *Практическая работа № 3.*

*Тема занятия:* «Лабораторные установки для изучения трения, изнашивания и смазки».

*Цель работы.* Ознакомление с конструкциями современных лабораторных машин трения, схемами контакта, основными рабочими характеристиками, измеряемыми параметрами.

#### Контрольные вопросы по практической работе:

1. Для чего предназначены испытательные машины трения?
2. Каково различие лабораторного и натурального экспериментов по трению?
3. Какие основные параметры процесса измеряются в эксперименте трения?
4. Особенности современного лабораторного эксперимента.
5. Какие основные типы образцов пар трения (типы контакта), можно реализовать в эксперименте трения?
6. Укажите, какую машину трения рекомендуют использовать для оценки температурной стойкости смазок?
7. Укажите, какую машину трения рекомендуют использовать для оценки фреттинг процесса?
8. Укажите, какую машину трения рекомендуют использовать для оценки износостойкости шариков подшипниковых сплавов?

### *Практическая работа № 4.*

*Тема занятия:* «Экспериментальные испытания подшипников скольжения».

*Цель работы.* Исследование режимов трения и определение параметров, характеризующих потери на трение при работе подшипников скольжения.

#### Контрольные вопросы по практической работе:

1. Зарисовать простейшую конструкцию подшипника скольжения.
2. Достоинства и недостатки подшипника скольжения.
3. Область применения подшипников скольжения.
4. Какие материалы применяют для изготовления подшипников скольжения?

- 5 Чем отличаются гидродинамический и гидростатический режимы трения?
- 6 Какие условия необходимы для возникновения гидродинамического режима трения в подшипнике скольжения?
  1. Какой режима трения предпочтителен при работе подшипника скольжения?
  2. Какие виды смазки применяются для подшипников скольжения?

*Практическая работа № 5.*

*Тема занятия:* «Анализ видов повреждаемости и износа при трении».

*Цель работы.* Ознакомление с современными классификациями видов повреждаемости и изнашивания пар трения; изучение характерных особенностей различных видов разрушения поверхностей пар трения; приобретение навыков идентификации видов повреждаемости и износа при трении реальных поверхностей и анализа возможных причин появления данного типа изнашивания.

*Контрольные вопросы по практической работе:*

1. Перечислите виды изнашивания в соответствии с ГОСТ 27674-88.
2. Опишите возможный внешний вид повреждаемости или износа поверхности трения, какой-либо детали технической системы.
3. Чем отличаются особые условия возникновения фреттинг-износа, гидроабразивного износа, кавитационного износа и износа по причине схватывания?
4. Что является причиной задира и заедания при трении? В каких парах трения возможны задиры и заедание?
5. Как можно определить по внешнему виду поверхностей трения попадание твердых частиц в смазку?
6. Если шариковый или роликовый подшипник имеют небольшие смещения в их опорах при работе, к какому виду повреждения поверхностей это может привести?
7. Как активная окружающая среда может влиять на работоспособность узлов трения пищевых машин?

*Практическая работа № 6.*

*Тема занятия:* «Минеральные масла. Применение. Обозначение».

*Цель работы.* Ознакомление с функциональными свойствами смазочных минеральных масел, с классификацией минеральных масел и с обозначениями минеральных масел в отечественной и зарубежных стандартах.

*Контрольные вопросы по практической работе:*

1. Какой вид трения (смазки) является наиболее предпочтительным из всех видов трения (смазки)? Почему?
2. Как смазочные материалы различаются по агрегатному состоянию?
3. Какими функциональными свойствами должны обладать масла?
4. Как классифицируются масла по происхождению.
5. Как классифицируются масла по способу получения?
6. Как классифицируются масла по назначению?
7. Какими основными свойствами должны обладать смазочные масла?
8. Что такое товарные масла? Чем они отличаются от базовых нефтяных масел?
9. Какими характеристиками должны обладать смазочные масла?
10. Что такое функциональные присадки и как они классифицируются?
11. Для чего используются антифрикционные добавки?
12. Как классифицируются смазочные масла по области их применения?

13. Для чего используются моторные масла?
14. Как классифицируются моторные масла в зависимости от специфики их эксплуатации и конструкции двигателя?
15. Как классифицируются моторные масла в зависимости от условий их применения?
16. По какому параметру подбирают моторные масла?
17. По какому критерию оценивают предельную способность моторных масел?
18. Почему разрушение смазочной пленки в гидродинамике приводит к задиру трущихся поверхностей?
19. Как можно контролировать на практике предаварийное состояние (задир) в ДВС?

#### *Практическая работа № 7.*

*Тема занятия:* «Определение оптимального количества смазки по моменту трения в подшипниках качения на установке 28М».

*Цель работы.* Исследование величины потерь в подшипнике качения зависимости от условий работы – количества смазки в подшипнике.

##### *Контрольные вопросы по практической работе:*

1. Конструкция подшипника качения.
2. Достоинства и недостатки подшипников качения.
3. Область применения подшипников качения.
4. Виды смазочных материалов, применяющихся для подшипников качения.
5. Классификация подшипников качения.
6. Маркировка подшипников качения.
7. Материалы, применяющиеся для изготовления подшипников качения.
8. Оптимальная величина смазки в подшипнике качения?

#### *Практическая работа № 8*

*Тема занятия:* «Заводские (натурные) стенды и оборудование для испытания на трение, изнашивание и смазку». Семинар с презентацией.

*Цель работы.* Перевод с английского на русский язык из каталога фирмы Cluber Lubrication, выданной преподавателем темы трибологического натурального испытания и представление презентации в аудитории в цифровом виде.

##### *Тематические варианты презентаций:*

1. Тестер устойчивости к наклону.
2. Четырех-шариковый тестер износа фирмы Shell.
3. Тестер трансмиссионного масла на установке четырех-зубчатых колес.
4. Тестер трения и износа колебательного типа.
5. EMCOR-машина трения для оценки антикоррозионных свойств пластичной смазки.
6. Индикатор скольжения Таннерта
7. Тестер износа при фреттинге (Reichert).
8. Кольцевой тест испытания на трение скольжения.
9. Испытание на вымывание водой смазки.
10. Тестер для испытания пластичной смазки подшипников качения (FAG-FE9).
11. Тестер для испытания пластичной смазки подшипников качения (SKF-ROF).
12. Тестер износа и трения подшипников качения (FAG-FE 8)
13. Тестер подшипников качения SNR-FEB 2
14. Тестер смазки подшипников качения FAG
15. Низкотемпературный тестер крутящего момента
16. Низкотемпературное испытание на крутящий момент tq-ASTM
17. Тестер крутящего момента подшипника качения

18. Испытание подшипника колеса
19. Тестер шума подшипников качения
20. Высокотемпературный цепной тестер
21. Тестер приводной цепи
22. Высокотемпературный тестер подшипников качения
23. Тестер масла для червячных передач
24. Тестер газовых клапанов
25. Тестер водяного клапана (верхняя часть)

*Контрольные вопросы по практической работе:* задаются слушателями презентации и преподавателем.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Контрольные вопросы на зачет по дисциплине

1. Предмет Трибологии и Триботехники. Актуальность.
2. Трибосистема. Как Вы её себе представляете?
3. Коэффициент трения. Статический и динамический.
4. Модель трения.
5. Механическая и молекулярная природа трения.
6. Двойственность трения.
7. Проблема энергосбережения или зачем инженеру нужно знать строение и структуру твёрдых тел и их атомные характеристики.
8. Трансформационные процессы при трении. Сущность.
9. Взаимная связь макро-и микро-характеристик энергетических процессов при трении.
10. Энерго- и материалосберегающие принципы.
11. Виды трения.
12. Трение жидкостей. Вязкость.
13. Сухое и граничное трение. Различие.
14. Виды контакта при трении. Фактическая площадь контакта. Аддитивность трения.
15. Реальная инженерная поверхность и её характеристики.
16. Профилограмма поверхности. Кривая опорной поверхности и её смысл.
17. Деформационно-адгезионная модель трения.
18. Природа металлических поверхностей, используемых в инженерии (машиностроении).
19. Внутреннее и внешнее трение.
20. Молекулярно-механическая модель трения.
21. Фрикционные связи.
22. Тепловая динамика трения. Температурные вспышки при трении.
23. Диалектика возникновения тепла трения.
24. Энергетическая модель трения.
25. Влияние различных факторов на трение (коэффициент трения).
26. Износ. Виды износа.
27. Саморегулирование при трении. Вторичные структуры.
28. Структурно-энергетическая диаграмма трущихся поверхностей.
29. Смазка. Функции смазки.
30. Гидродинамическая смазка. Основные принципы.
31. Аэродинамическая смазка. Сущность. Перспективы.
32. Эластогидродинамическая смазка. Область существования. Сущность.



33. Смешанное трение. Кривая Герси-Штрибека.
34. Граничная смазка. Сущность.
35. Граничная смазка. Принцип «молекулярного ворса», металлическое мыло.
36. Консистентная смазка. Область применения.
37. Смазка предельного давления. Сущность. Эффект действия.
38. Моделирование смазочного действия.
39. Температурный критерий оценки смазочных свойств.
40. Классификация смазочных масел.
41. Требуемые характеристики для смазочных масел.
42. Функциональные присадки и антифрикционные добавки смазочных масел.
43. Назначение моторных масел. Их деление по условиям применения и функциональному назначению.
44. Классификация моторных масел по эксплуатационному признаку.
45. Основные классификационные признаки подбора промышленных масел.
46. Правила маркировки моторных масел, принятые в СССР и SAE.
47. Системный анализ и аспекты работоспособности технических систем (узлов трения).
48. Паспортизация узлов трения.
49. Планово-предупредительная система ремонта и эксплуатация узлов трения (технических систем).
50. Принцип системной совместимости узлов трения в пищевых технических системах.
51. Анализ повреждаемости узлов трения.
52. Основные правила эксплуатации узлов трения.
53. Трибологические мероприятия по экономии энергии.
54. Основные пути оптимизации работоспособности пищевых машин.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Образец оформления титульного листа отчета о лабораторно-практических работах

Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
Институт морских технологий, энергетики и строительства  
Кафедра теории механизмов и машин и деталей машин



Контрольная работа по дисциплине  
«Трибология»

КР.24.15.03.01(02).ПЗ

Студент \_\_\_\_\_

группа – МС

Руководитель \_\_\_\_\_

проф. Федоров С.В.

Калининград 202....