МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Автомобильное отделение

Утверждаю

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов

«_____»_____20___г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Триботехника

Направление подготовки: 23.04.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль подготовки: Автомобили
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

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

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Мавлеев И.Р. (Кафедра автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна, Автомобильное отделение), IRMavleev@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОК-6 | способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов |
| ПК-11 | способностью проводить испытания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования |
| ПК-12 | способностью проводить поверку основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования |
| ПК-8 | способностью выбирать критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы эксплуатации современного триботехнического оборудования и приборов;
- критерии оценки и сравнения проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности;
- виды испытания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования;
- основные средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.

Должен уметь:

- профессионально эксплуатировать триботехнические оборудования и приборы;
- сравнивать потери на трение и износ проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности;
- проводить испытания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на долговечность;
- решать задачи триботехники и задачи обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения и проверять основные средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.

Должен владеть:

- особенностями эксплуатации оборудования и приборов;
- способами обеспечения требований надежности, технологичности, безопасности и конкурентоспособности;
- навыками обеспечения надежности узлов трения при испытания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования;
- контролем состояния основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять знания при эксплуатации современного триботехнического оборудования и приборов;
- проектирования основных узлов трения агрегатов с учетом требований надежности;
- проводить различные испытания наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования;
- применять известные средства измерений при производстве и эксплуатации узлов трения наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы (Автомобили)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 18 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Введение. Основные термины и определения. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 2. | Тема 2. Учение о трении и изнашивании деталей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 3. | Тема 3. Свойства чистых металлических поверхностей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 4. | Тема 4. Трение и изнашивание деталей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 5. | Тема 5. Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 6. | Тема 6. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 7. | Тема 7. Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 8. | Тема 8. Материалы для трущихся деталей. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| 9. | Тема 9. Специфика конструирования узлов трения. | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| | Итого | | 0 | 18 | 0 | 54 |

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Основные термины и определения.**

Введение. Основные понятия и определения. Общие сведения о поверхностях деталей и их геометрии. Качество поверхности. Микрогеометрия и шероховатость. Физико-химические свойства поверхностей деталей. Поверхностная энергия. Адсорбция и хемосорбция. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).

**Тема 2. Учение о трении и изнашивании деталей.**

Учение о трении и изнашивании деталей. Известные теории о трении и изнашивании. Геометрическими, адгезионными, деформационными и комбинированными теории о трении и изнашивании. Влияния скорости на величину коэффициента трения. Зависимости для расчета коэффициента трения. Технологические методы повышения износостойкости деталей.

**Тема 3. Свойства чистых металлических поверхностей.**


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Свойства чистых металлических поверхностей. Плёнки на поверхностях. Контактирование деталей и их взаимное внедрение. Влияние различных пленок на коэффициент трения. Влияние оксидных пленок на коэффициент трения. Оценка влияния пленок на коэффициент трения. Зависимости коэффициента трения от толщины пленки.

**Тема 4. Трение и изнашивание деталей.**

Трение и изнашивание деталей. Схема фрикционного контакта пары трения. Газо- и гидроабразивное изнашивание. Адгезионное, окислительное и коррозионно-механическое изнашивание. Скорость фрикционного разрушения. Циркуляционный массообмен между пограничным и подповерхностным слоями. Кавитационное изнашивание.

**Тема 5. Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей.**

Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей. Механизм трения при граничной смазке. Эффективность смазочного действия. Смазывание узлов трения металлом. Избирательный перенос и организация безыносного трения. Искусственное повышение химической активности граничной пленки. Адсорбация, химическое взаимодействие металла и смазочного материала. Режимы трения в подшипниках; трение скольжения

**Тема 6. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей.**

Химическое действие среды на изнашивание различных материалов. Декогезия материала. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей. Коррозионное, кавитационное, эрозионное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, изнашивание при схватывании и заедании поверхностей, изнашивание при фреттинг-коррозии. Явление водородного изнашивания.

**Тема 7. Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения.**

Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения. Активность масляно-фреоновой смеси по отношению к медным трубкам охладителя. Металлическая защитная пленка. Схема распространения деформаций в местах контакта при граничной смазке и избирательном переносе. Сервовитная пленка. Процесс безокислительного трения.

**Тема 8. Материалы для трущихся деталей.**

Усталость в подшипниках скольжения. Уменьшение шероховатости поверхности в процессе приработки. Материалы для трущихся деталей. Композиционные металлофторопластовые ленточные материалы. Конструктивные способы повышения износостойкости деталей. Повышение износостойкости деталей и узлов. Изменения характеристик сопряженных деталей.

**Тема 9. Специфика конструирования узлов трения.**

Разработка конструкции различных узлов трения. Определение назначения узла трения. Ресурсные характеристики узлов трения. Общая схема основных элементов создания конструкции узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения. Пути повышения точности и жесткости. Конструктивные решения по уменьшению влияния тепловых деформаций.

Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. Выбор типа подшипников. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. Правило несовпадения твердости шипа и подшипника. Правило максимального различия размеров структурных составляющих материала. Правило снижения концентрации контактных напряжений. Устройство масляных канавок и карманов на поверхности трения. Оценка долговечности узлов трения. Долговечность узла трения. Оценка долговечности узлов трения методами теории вероятности. Основные пути повышения надежности узлов трения. Кривые надежности. Ресурсные испытания узлов трения. Критерии долговечности. Направление в обеспечении надежности и высокого ресурса опор роторных систем - магнитный подвес.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|---|---|---|---|
| **Семестр 1** | | | |
| | ***Текущий контроль*** | | |
| 1 | Письменная работа | ОК-6 , ПК-8 , ПК-11 , ПК-12 | 1. Введение. Основные термины и определения.<br>2. Учение о трении и изнашивании деталей.<br>3. Свойства чистых металлических поверхностей.<br>4. Трение и изнашивание деталей.<br>5. Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей.<br>6. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей.<br>7. Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения.<br>8. Материалы для трущихся деталей.<br>9. Специфика конструирования узлов трения. |
| 2 | Презентация | ОК-6 , ПК-8 , ПК-11 , ПК-12 | 1. Введение. Основные термины и определения.<br>2. Учение о трении и изнашивании деталей.<br>3. Свойства чистых металлических поверхностей.<br>4. Трение и изнашивание деталей.<br>5. Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей.<br>6. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей.<br>7. Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения.<br>8. Материалы для трущихся деталей.<br>9. Специфика конструирования узлов трения. |
| 3 | Устный опрос | ОК-6 , ПК-8 , ПК-11 , ПК-12 | 1. Введение. Основные термины и определения.<br>2. Учение о трении и изнашивании деталей.<br>3. Свойства чистых металлических поверхностей.<br>4. Трение и изнашивание деталей.<br>5. Трение при наличии смазочного материала в зоне контакта поверхностей.<br>6. Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей.<br>7. Физические основы эффекта безызносности и его применение в узлах трения.<br>8. Материалы для трущихся деталей.<br>9. Специфика конструирования узлов трения. |
| | ***Экзамен*** | ОК-6, ПК-11, ПК-12, ПК-8 | |

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

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| **Семестр 1** | | | | | |
| **Текущий контроль** | | | | | |



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| Письменная работа | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 1 |
| Презентация | Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Использованы надлежащие источники и методы. | Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы частично соответствуют поставленным задачам. | Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам. | 2 |
| Устный опрос | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | 3 |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Отлично** | **Хорошо** | **Удовл.** | **Неуд.** | |
| **Экзамен** | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. | |

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

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Задание 1. Наука о трении, изнашивании, смазке. Взгляды ученых по вопросу трения и износа в исторической последовательности.

Задание 2. Общие сведения о поверхности детали и ее геометрии. Остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения.

Задание 3. Степень наклепа и толщина наклепанного слоя. Показатели качества поверхности.

Задание 4. Поверхностная энергия. Адсорбция и хемосорбция. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).

Задание 5. Номинальное, контурное и фактическое давление. Трение скольжения (скорость тела в различных точках касания).

Задание 6. Взаимодействие поверхностей трения; изменения, происходящие в поверхностном слое металла; Изменения, вызванные деформацией. Многократные, упругие деформации.

Задание 7. Усталостная теория изнашивания. Пять видов нарушения фрикционной связи.

Задание 8. Абразивное изнашивание. Изнашивание поверхностей деталей твердыми абразивными частицами. Абразивное изнашивание при ударе.

Задание 9. Влияние влажности и агрессивности среды на абразивное изнашивание. Абразивное изнашивание в коррозионно-активных средах.

Задание 10. Явление самопроизвольного образования тонкой пленки меди на поверхностях тяжелонагруженных деталей в парах ?сталь-бронза? при спиртоглицериновой смазке.

Задание 11. Структура граничного слоя, образующегося при трении медно-фторопластового композита по стали.

Задание 12. Основные правила сочетания материалов пар трения скольжения. Методика подбора материалов пар трения.

Задание 13. Предварительный выбор материалов. Расчетно-конструктивная оценка работоспособности узла трения. Окончательный выбор материала.



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Задание 14. Химическое никелирование, оксидирование, фосфатирование, сульфидирование, обработка паром. Железнение. Серебрение.
Задание 15. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) поверхностей стальных и чугунных деталей.

**2. Презентация**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Презентация готовится по одной из следующих тем:
1. Трение скольжения.
2. Трение качения.
3. Усталостное изнашивание.
4. Абразивное изнашивание.
5. Коррозионно-механическое изнашивание.
6. Узлы трения.
7. Долговечность узлов трения.
8. Гидродинамическое трение.
9. Характеристики контактирующих поверхностей.
10. Усталостная теория изнашивания.

**3. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Устный опрос проводится по следующим темам:
1. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей.
2. Основные определения.
3. Трение скольжения, качения.
4. Гидродинамическое трение.
5. Наука о трении, изнашивании, смазке.
6. Структура граничного слоя, образующегося при трении.
7. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения.
8. Специфика конструирования узлов трения.
9. Оценка долговечности узлов трения.
10. Общие сведения о поверхности детали и ее геометрии.

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:
1. Трение качения.
2. Трение скольжения.
3. Гидродинамическое трение.
4. Площади соприкосновения.
5. Усталостное изнашивание.
6. Абразивное изнашивание.
7. Коррозионно-механическое изнашивание.
8. Водородное изнашивание.
9. Кинетическая интерпретация изнашивания.
10. Термодинамическая интерпретация изнашивания.
11. Основные узлы трения и изнашивания в ДВС.
12. Агрегаты шасси, трансмиссии и рулевого управления ? трения и изнашивания.
13. Шины и проблемы движения колесных машин.
14. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения.
15. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов.
16. Оценка долговечности узлов трения.
17. Классификация подшипников качения.
18. Расчет подшипников качения при статическом нагружении.
19. Оценка предельной быстроходности подшипников качения.
20. Гидродинамический режим смазки подшипников качения.
21. Термодинамическая интерпретация изнашивания.
22. Основные узлы трения и изнашивания в ДВС.
23. Агрегаты шасси, трансмиссии и рулевого управления ? трения и изнашивания.
24. Шины и проблемы движения колесных машин.
25. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения.
26. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов.
27. Оценка долговечности узлов трения.
28. Классификация подшипников качения.
29. Расчет подшипников качения при статическом нагружении.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

30. Оценка предельной быстроходности подшипников качения.
31. Гидродинамический режим смазки подшипников качения.
32. Трение качения.
33. Трение скольжения.
34. Гидродинамическое трение.
35. Площади соприкосновения.
36. Усталостное изнашивание.
37. Абразивное изнашивание.
38. Коррозионно-механическое изнашивание.
39. Водородное изнашивание.
40. Кинетическая интерпретация изнашивания.
41. Термодинамическая интерпретация изнашивания.
42. Основные узлы трения и изнашивания в ДВС.
43. Агрегаты шасси, трансмиссии и рулевого управления ? трения и изнашивания.
44. Шины и проблемы движения колесных машин.
45. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения.
46. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов.
47. Оценка долговечности узлов трения.
48. Классификация подшипников качения.
49. Расчет подшипников качения при статическом нагружении.
50. Оценка предельной быстроходности подшипников качения.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|---|---|---|---|
| **Семестр 1** | | | |
| **Текущий контроль** | | | |
| Письменная работа | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. | 1 | 30 |
| Презентация | Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач. | 2 | 10 |
| Устный опрос | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы. | 3 | 10 |

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|---|---|---|---|
| **Экзамен** | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. | | 50 |

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

http://k-a-t.ru/detali_mashin/5-dm/index.shtml - http://k-a-t.ru/detali_mashin/5-dm/index.shtml

Триботехника и основы надежности машин - https://revolution.allbest.ru/physics/00485652_0.html

ТРИБОТЕХНИКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН - https://bstudy.net/676668/tehnika/tribotehnika_ekspluatatsii_mashin

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| практические занятия | Учебный процесс предполагает проведение преподавателем и, соответственно, посещение студентами лекционных занятий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекции проходят в онлайн режиме на следующих платформах и ресурсах:<br>- в команде "Microsoft Teams";<br>- в Виртуальной аудитории (дублирование материала).<br>Работа на практических занятиях предполагает активное участие в решении поставленных вопросов, выдвинутых в рамках задания. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на указанные вопросы и группировать информацию вокруг них, выполняя схемы, виды проекций, наброски и зарисовки. Желательно выделять в используемой литературе постановку вопросов, на которые разными авторам предлагаются различные подходы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.<br>В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты:<br>- постановка проблемы;<br>- варианты решения;<br>- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.<br>При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте http://dic.academic.ru.<br>Работа на практических занятиях предполагает активное участие в решении поставленных вопросов, выдвинутых в рамках задания. Практические занятия являются эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Практические занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. Выполняются в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям. Каждая работа выполняется индивидуально, написанием необходимого отчета и выводов по работе. Каждая практическая работа подлежит защите. |
| самостоя-тельная работа | Самостоятельная домашняя работа и задания могут быть индивидуальными и общими. Индивидуальные задания должны быть представлены преподавателю и (при необходимости) защищены до окончания учебного курса, но не позднее, чем за две недели до экзаменационной сессии, иначе баллы за их оценки будут снижены вдвое. Виды, тематика, методические рекомендации и критерии оценки письменных индивидуальных работ определяется отдельными методическими рекомендациями кафедры. По результатам выполнения и обсуждения индивидуального задания студенту выставляется соответствующее количество баллов, которые учитываются при выставлении итоговой оценки по учебной дисциплине. |
| письменная работа | Письменная работа представляет собой написание отчетов в соответствии с выданным заданием. Письменная работы призвана систематизировать и закрепить теоретический материал, изученный на лекциях. Выполняя письменную работу студенты учатся работать с основной и дополнительной литературой. Работа оформляется в соответствии требований ЕСКД.<br>Учебный процесс предполагает проведение преподавателем и, соответственно, посещение студентами лекционных занятий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекции проходят в онлайн режиме на следующих платформах и ресурсах:<br>- в команде "Microsoft Teams";<br>- в Виртуальной аудитории (дублирование материала). |
| презентация | Презентация (от лат. praesento - представление) - документ или комплект документов, предназначенный для представления чего-либо (организации, проекта, продукта и т. п.). Цель презентации - донести до аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной форме. Выполняя презентацию студенты учатся работать с основной и дополнительной литературой.<br>Учебный процесс предполагает проведение преподавателем и, соответственно, посещение студентами лекционных занятий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекции проходят в онлайн режиме на следующих платформах и ресурсах:<br>- в команде "Microsoft Teams";<br>- в Виртуальной аудитории (дублирование материала). |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| Вид работ | Методические рекомендации |
|---|---|
| устный опрос | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.<br>Учебный процесс предполагает проведение преподавателем и, соответственно, посещение студентами лекционных занятий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекции проходят в онлайн режиме на следующих платформах и ресурсах:<br>- в команде "Microsoft Teams";<br>- в Виртуальной аудитории (дублирование материала). |
| экзамен | Основными формами учета (контроля) успеваемости и знаний студентов являются зачеты и экзамены. Существуют общепринятые правила подготовки и сдачи студентами зачетов и экзаменов в период проведения экзаменационных сессий. Готовиться к зачетам и экзаменам необходимо в течение всего учебного времени, т.е. с первого дня очередного семестра: вся работа студента на лекциях, семинарских занятиях, консультациях, а также написание рефератов и выполнение курсовых работ и т.п. - это и есть этапы подготовки студента к зачетам и экзаменам. Подготовка к сессии должна быть нацелена не столько на приобретение новых знании, сколько на закрепление ранее изученного материала и повторение. Сумму полученных знаний студенту перед сессией надо разумно обобщить, привести в систему, закрепить и памяти, для чего ему надо использовать учебники, лекции, консультации, курсовые работы, рефераты и т.п., а также методические пособия и различного рода руководства. Повторение необходимо производить но разделам, темам. Зачеты и экзамены предусматривают следующую цель: оценить знания студента по предмету, их прочность, развитие творческого мышления, приобретенные навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их па практике и т.п. Зачеты, как правило, служат формой проверки у спешного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, усвоения учебного материала практических и семинарных занятий, а также формой проверки прохождения производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой. В отдельных случаях зачеты могут устанавливаться как по дисциплинам в целом, так и по отдельным их частям. Студенты обязаны сдать все экзамены и зачеты в строгом соответствии с учебными планами и учебными программами. В каждом билете на экзамен содержатся 2 вопроса. На зачете также студенту необходимо ответить на 2 вопроса по тематике дисциплины.<br>Учебный процесс предполагает проведение преподавателем и, соответственно, посещение студентами лекционных занятий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекции проходят в онлайн режиме на следующих платформах и ресурсах:<br>- в команде "Microsoft Teams";<br>- в Виртуальной аудитории (дублирование материала). |

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и магистерской программе "Автомобили".



ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

*Приложение 2*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.05 Триботехника*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 23.04.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль подготовки: Автомобили
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Мясоедова Т. Н. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Т.Н. Мясоедова, Н.К. Плуготаренко. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016. - 84 с. - ISBN 978-5-9275-2307-8. - URL: https://znanium.com/catalog/product/999624 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

2. Ильин А. А. Покрытия различного назначения для металлических материалов : учебное пособие / А.А. Ильин, Г.Б. Строганов, С.В. Скворцова. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2019. - 144 с. - (Современные технологии : Магистратура). - ISBN 978-5-98281-355-8. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1008363 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

3. Лисунов Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-1756-8. - URL: https://e.lanbook.com/book/168748 (дата обращения: 01.07.2021). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Малафеев С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 316 с. - ISBN 978-5-8114-1268-6. - URL: https://e.lanbook.com/book/87584 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

2. Зорин В. А. Основы работоспособности технических систем: учебник для вузов / В. А. Зорин. - Москва : ООО 'Магистр-Пресс', 2005. - 536 с. - ISBN 5-902048-51-6. - URL: https://znanium.com/catalog/product/444528 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

3. Зорин В. А. Надежность механических систем : учебник / В. А. Зорин. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 380 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010252-8. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1136796 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

4. Никифорова Э. М. Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов: учебное пособие / Э.М. Никифорова, Р.Г. Еромасов, А.Ф. Шиманский. - Красноярск : СФУ, 2016. - 156 с. - ISBN 978-5-7638-3577-9. - URL: https://znanium.com/catalog/product/978676 (дата обращения: 17.08.2020). - Текст : электронный.

*Приложение 3*
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*
*Б1.В.05 Триботехника*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 23.04.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль подготовки: Автомобили
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ