

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



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Триботехника Б1.В.ОД.10

Специальность: 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили

Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Автор(ы):** Мавлеев И.Р.

**Рецензент(ы):** Цыбунов Э.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Валеев Д. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Автомобильное отделение) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Набережные Челны  
2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации
ПК-5	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности
ПК-8	способностью разрабатывать технические условия, стандарты и технические описания наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования
ПК-9	способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности
ПСК-1.7	способностью разрабатывать технические условия, стандарты и технические описания автомобилей и тракторов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные положения и термины триботехники; основные методы исследования задач триботехники; методы решения задач обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения; основы обеспечения надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации.

Должен уметь:

решать задачи триботехники и задачи обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения.

Должен владеть:

навыками обеспечения надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства (Автомобили)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 5 курсе в 9 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 - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 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) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 9 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. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей. Предмет и задачи курса.	9	4	2	0	6
2.	Тема 2. Основные определения и постановка задачи. Анализ контактирования и площадь соприкосновения.	9	4	2	0	6
3.	Тема 3. Трение скольжения, качения, гидродинамическое трение.	9	4	2	0	6
4.	Тема 4. Изнашивание. Основные характеристики и виды изнашивания.	9	4	2	0	6
5.	Тема 5. Усталостное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, водородное изнашивание.	9	4	2	0	6
6.	Тема 6. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения.	9	4	2	0	6
7.	Тема 7. Специфика конструирования узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения.	9	4	2	0	6
8.	Тема 8. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов.	9	4	2	0	6
9.	Тема 9. Оценка долговечности узлов трения.	9	4	2	0	6
	Итого		36	18	0	54

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей. Предмет и задачи курса.

Сопротивления относительно движению соприкасающихся тел при трогании с места, скольжении, качении, верчении, при смазке в гидродинамическом режиме, образовании на поверхностях тонких слоев в несколько молекул (граничная смазка) либо в отсутствие смазки (сухое трение). Внутреннее трение в твердых, жидких и газообразных средах.

###### Тема 2. Основные определения и постановка задачи. Анализ контактирования и площадь соприкосновения.

Площадь соприкосновения, определяемая геометрией контактирующих поверхностей. Основные характеристики геометрии шероховатых поверхностей. Оценка шероховатости: оптические, щуповые, электронно-микроскопические и другие методы. Характеристики шероховатостей. Оценка фактической площади контакта шероховатых поверхностей. Структурная схема площади контакта.

###### Тема 3. Трение скольжения, качения, гидродинамическое трение.

Гидродинамическое (жидкостное) трение. Минимальная толщина слоя. Закон распределения скоростей в потоке. Гидродинамический эффект в узлах трения. Коэффициент трения качения и коэффициент сопротивления качению. Влияние скорости скольжения и температуры на свойства контакта. Общая характеристика динамических явлений в узлах трения.

#### **Тема 4. Изнашивание. Основные характеристики и виды изнашивания.**

Основные характеристики и виды изнашивания. Классификация видов изнашивания и их характеристика. Причины изменения технического состояния автомобилей. Изнашивание абразивное, окислительное, усталостное, эрозионное и изнашивание при заедании. Основные характеристики изнашивания: скорость изнашивания и интенсивность изнашивания. Мероприятиями, уменьшающие изнашивание деталей автомобиля.

#### **Тема 5. Усталостное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, водородное изнашивание.**

Процесс усталостного изнашивания. Интенсивность усталостного изнашивания и его факторы. Механизм усталостного изнашивания материала. Абразивное изнашивание: изнашивание поверхностей деталей твердыми зернами. Коррозионно-механическое изнашивание. Трение металлов в среде электролитов. Окислительно-восстановительные процессы при электрохимической коррозии.

#### **Тема 6. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения.**

Технологические методы обеспечения высокой износостойкости узлов трения. Химико-термическая обработка и её цель. Толщина упрочненного слоя. Поверхностная закалка. Электрохимические покрытия. Механотермическое формирование износостойких покрытий. Наплавка износостойких слоев. Напыление покрытий из порошковых материалов.

#### **Тема 7. Специфика конструирования узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения.**

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.

#### **Тема 8. 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.

#### **Тема 9. 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"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Студенческая электронная библиотека - <http://www.studentlibrary.ru>

Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM" - <http://znanium.com/>

## 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
<b>Семестр 9</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-8 , ПК-9 , ПСК-1.7 , ПК-3 , ПК-5	1. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей. Предмет и задачи курса. 2. Основные определения и постановка задачи. Анализ контактирования и площадь соприкосновения. 3. Трение скольжения, качения, гидродинамическое трение. 4. Изнашивание. Основные характеристики и виды изнашивания. 5. Усталостное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, водородное изнашивание. 6. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения. 7. Специфика конструирования узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения. 8. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. 9. Оценка долговечности узлов трения.
2	Презентация	ПК-3 , ПК-5 , ПК-8 , ПК-9 , ПСК-1.7	1. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей. Предмет и задачи курса. 2. Основные определения и постановка задачи. Анализ контактирования и площадь соприкосновения. 3. Трение скольжения, качения, гидродинамическое трение. 4. Изнашивание. Основные характеристики и виды изнашивания. 5. Усталостное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, водородное изнашивание. 6. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения. 7. Специфика конструирования узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения. 8. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. 9. Оценка долговечности узлов трения.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Устный опрос	ПК-3 , ПК-5 , ПК-8 , ПК-9 , ПСК-1.7	1. Основные представления о контактировании и трении соприкасающихся поверхностей. Предмет и задачи курса. 2. Основные определения и постановка задачи. Анализ контактирования и площадь соприкосновения. 3. Трение скольжения, качения, гидродинамическое трение. 4. Изнашивание. Основные характеристики и виды изнашивания. 5. Усталостное изнашивание, абразивное изнашивание, коррозионно-механическое изнашивание, водородное изнашивание. 6. Методы обеспечения высоких эксплуатационных свойств узлов трения. 7. Специфика конструирования узлов трения. Основы расчетов при проектировании подшипников скольжения, качения. 8. Основные принципы конструирования подшипниковых узлов. 9. Оценка долговечности узлов трения.
	<b>Зачет</b>		

### 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.	
<b>Семестр 9</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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 серьезные 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. Используются 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. Используются 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. Используются 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. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 9

#### Текущий контроль

##### 1. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Письменная работы оформляется по выданному заданию.

Требования к оформлению - согласно ЕСКД.

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.

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.

## **Зачет**

Вопросы к зачету:

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.
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
<b>Семестр 9</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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	20
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	20
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
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Пенкин Н. С. Основы трибологии и триботехники [Электронный ресурс] / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 208 с. : ил.; 21 см. - (Для вузов). - Рек. УМО. - ISBN 978-5-94275-583-6. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63220](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63220).
2. Детали машин и основы конструирования [Текст]: учебник для бакалавров / [Г. И. Рощин и др.]; Нац. исслед. ун-т, Моск. авиац. ин-т ; под ред. Г. И. Рощина , Е. А. Самойлова. - Москва: Юрайт, 2013. - 415 с. - Гриф МО. - В пер. - ISBN 978-5-222-15282-9. (40 экз.)
3. Основы триботехники: Учебник / А.И. Доценко, И.А. Буяновский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006712-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/405409>.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Зорин, В. А. Основы работоспособности технических систем [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В. А. Зорин. - М.: ООО 'Магистр-Пресс', 2005. - 536 с. - ISBN 5-902048-51-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/444528>.
2. Надежность механических систем: Учебник/В.А.Зорин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 380 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010252-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/478990>
3. Малафеев С.И. Надежность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1268-6. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2778).

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

БиблиоРоссика - <http://www.bibliorossica.com/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Студенческая электронная библиотека - <http://www.studentlibrary.ru>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://lanbook.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекция (лат. lectio ? чтение) - устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, методу, теме вопроса и т. д. На лекциях обучающимся даются современные, целостные, взаимосвязанные знания, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме.</p> <p>Лекции обеспечивают творческую работу студентов совместно с преподавателем и воспитывают у студентов профессионально-деловые качества, любовь к предмету, развивают у них самостоятельное творческое мышление.</p> <p>Лекции призваны вызывать у студентов необходимый интерес, давать направление для самостоятельной работы.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	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. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: - постановка проблемы; - варианты решения; - аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> . 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.
самостоятельная 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.
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.
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.
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.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>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 знаний, сколько на закрепление ранее изученного материала и повторение. Сумму полученных знаний студенту перед сессией надо разумно обобщить, привести в систему, закрепить в 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 по 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 на практике и т.п. Зачеты, как правило, служат формой проверки устного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, усвоения учебного материала практических и семинарских 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 дисциплине в целом, так и по отдельным ее частям. Студенты обязаны сдать все экзамены и зачеты в строгом соответствии с учебными планами и учебными программами. В каждом билете на экзамен содержится 2 вопроса. На зачете также студенту необходимо ответить на 2 вопроса по тематике дисциплины.</p>

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

Освоение дисциплины "Триботехника" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

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

Освоение дисциплины "Триботехника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

### **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 специальности: 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" и специализации Автомобили .