

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета заочного обучения

 Э.Г. Мухамадиев

« 06 » марта 2017 г.

Кафедра «Технология и организация технического сервиса»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.07.01 ОСНОВЫ ТРИБОТЕХНИКИ**

Направление подготовки **35.03.06** **Агроинженерия**

Профиль **Технический сервис в агропромышленном комплексе**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск  
2017



## СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП .....	4
1.1	Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций) .....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП .....	5
3	Объем дисциплины и виды учебной работы .....	5
3.1	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2	Распределение учебного времени по разделам и темам .....	6
4	Структура и содержание дисциплины .....	7
4.1	Содержание дисциплины .....	7
4.2	Содержание лекций .....	10
4.3	Содержание лабораторных занятий .....	11
4.4	Содержание практических занятий .....	11
4.5	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	11
4.5.1	Виды самостоятельной работы обучающихся .....	11
4.5.2	Содержание самостоятельной работы обучающихся .....	11
5	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	12
7	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	12
8	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	13
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	13
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12	Инновационные формы образовательных технологий .....	14
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	15
	Лист регистрации изменений .....	25

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия в области технического сервиса в агропромышленном комплексе должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской; проектно-конструкторской; производственно-технологической; сервисно-эксплуатационной; организационно-управленческой.

**Цель дисциплины** - сформировать у обучающихся систему профессиональных знаний в области процесса трения и изнашивания механизмов машин, получения практических навыков в определении износа сопряжений, работающих в различных условиях, ресурса деталей, долговечности механических передач и осуществлении мероприятий по снижению износа деталей машин АПК.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать у обучающихся общие представления об основах теории трения, изнашивания деталей и механизмов;
- изучить виды и механизмы изнашивания деталей и сопряжений;
- изучить конструктивные, технологические и эксплуатационные методы повышения износостойкости;
- изучить и освоить методы расчетов подвижных и неподвижных сопряжений на износ;
- изучить методики испытаний на износостойкость;
- изучить методики выбора, применения смазочных материалов, рационального использования в узлах трения и способах диагностирования их работоспособности.

## 1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-1 готовность изучать и использовать научно – техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	Обучающийся должен знать: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов. - Б.1.В.ДВ.07.01-3.1	Обучающийся должен уметь: выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности. - (Б.1.В.ДВ.07.01-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками: проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел. (Б.1.В.ДВ.07.01-Н.1)

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы триботехники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 (Б1.В.ДВ.07.01) основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль – Технический сервис в агропромышленном комплексе.

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции
	Предшествующие дисциплины, практики в учебном плане отсутствуют	
	Последующие дисциплины, практики в учебном плане отсутствуют	

## 3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 9 семестре.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>18</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	8
Практические занятия (ПЗ)	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	10
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>158</b>
<b>Контроль</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>

### 3.2 Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование тем	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
5 семестр							
1.1	Цель, задачи и место дисциплины в учебном процессе. Основные понятия и определения, сущность трения и смазки.	19	1	-	-	18	x
1.2	Основные законы трения. Трение внутреннее и внешнее. Общие сведения о физической природе трения и поверхностях трения. Физические основы трения. Эффект П.А. Ребиндера.	22	1	1	-	20	x
1.3	Трение скольжения. Молекулярно-механическая теория трения. Топография поверхности твердых тел. Макроскопические и микроскопические отклонения.	22	1	1	-	20	x
1.4	Трение жидкостное. Общие положения. Понятие жидкостного трения. Закон Ньютона. Закономерности жидкостного трения, установленные Н.П. Петровым.	22	1	1	-	20	x
1.5	Трение качения. Общие положения. Деформации упругих тел в зоне контакта. Размеры площадки контакта. Распределение давления на площадке контакта.	22	1	1	-	20	x
1.6	Трение, вибрация и автоколебания. Причины автоколебаний. Математическая модель автоколебаний.	22	1	1	-	20	x
1.7	Смазочные материалы, оценка их качества, диагностика машин по параметрам работающих масел. Классификация масел и смазок.	25	1	4	-	20	x
1.8	Методы и средства испытаний на трение и износ. Особенности трибологических испытаний смазочных материалов. Пластическое деформирование. Антифрикционные и противозносные покрытия деталей. Технологические способы упрочнения поверхностей трения деталей.	22	1	1	-	20	x
	Контроль	x	x	x	x	x	4
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>158</b>	<b>4</b>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины

**Введение. Цель и задачи дисциплины. Основные понятия, законы трения и смазки.**

Цель, задачи и место дисциплины в учебном процессе. Сущность триботехники. Основные термины и определения. Краткое изложение содержания основных разделов триботехники. Прикладное значение науки о трении и износе.

Четыре основных раздела триботехники. Вопросы эксплуатации машин, связанные с обеспечением износостойкости и долговечности деталей.

Положительное и отрицательное значения трения в технике. Борьба с трением и изнашиванием – одна из основных проблем машиноведения.

#### **Основные законы трения. Трение внутреннее и внешнее**

Общие сведения о физической природе трения и поверхностях трения. Физические основы трения. Характер и природа взаимодействия материала при трении: химическая, физическая и механическая. Понятие о ковалентной, ионной, водородной и металлических связях в материалах. Трение как результат преодоления сил адгезии и когезии. Молекулярная и механическая составляющие сил трения. Адсорбция поверхностно активных веществ. Эффект П.А. Ребиндера.

Механика контактного взаимодействия. Упругий, пластический, упругопластический контакты. Нормальные и касательные напряжения при упругом и пластическом деформировании. Пластическое деформирование поверхностей деталей при обработке. Остаточные напряжения. Изменение структуры материала при пластическом деформировании. Окислительные процессы, свойства окисных пленок. Коррозия металлов.

Виды трения. Физическая природа трения. Внешнее и внутренне трение. Силы трения движения, неполная сила трения покоя. Полная сила трения покоя (смещение). Сухое, граничное, жидкостное, полужидкостное трения. Трение со смазочным материалом и без смазочного материала.

Механизм и виды изнашивания рабочих поверхностей. Понятие изнашивания, износа, интенсивности и скорости изнашивания, износостойкости, предельного износа.

Факторы, обуславливающие изнашивание поверхностей трения. Взаимодействие поверхностей трения и изменения, происходящие в этом слое (деформации, повышение температуры, разрушение и др.). Элементарные процессы изнашивания: микрорезание, царапание, отслаивание, выкрашивание, перенос материала.

Абразивное изнашивание. Сущность и виды абразивного изнашивания. Изнашивание в абразивной среде. Гидроабразивное изнашивание. Пути повышения износостойкости при абразивном изнашивании.

Окислительное изнашивание. Коррозионно-механическое изнашивание. Фреттинг-коррозия. Сущность фреттинга и фреттинг-коррозии., Пути устранения и уменьшения ее воздействия. Сущность окислительного изнашивания. Электрохимическая, щелевая, атмосферная, газовая коррозии. Меры борьбы с окислительным и коррозионно-механическим изнашиванием.

Кавитационное и эрозионное изнашивание. Сущность кавитации и кавитационного изнашивания и механизм проявления, пути уменьшения. Факторы, влияющие на интенсивность кавитационного изнашивания и пути его уменьшения. Сущность и виды эрозии. Эрозии газовая, кавитационная, абразивная, электрическая. Эрозионно-абразивное изнашивание.

Пластическое деформирование и диспергирование. Сущность и виды пластического деформирования. Диспергирование (измельчение) структуры металла, появление новых структур металла.

Схватывание и заедание поверхностей при трении. Схватывание, сущность, условия проявления, формы схватывания: натир, задиры, заедание. «Прикипание» деталей.

Усталостное выкрашивание и трещинообразование. Физические процессы усталостного изнашивания (питтинга). Водородное изнашивание (охрупление). Пути уменьшения водородного изнашивания поверхностных слоев металла.

Определение интенсивности изнашивания. Классы износостойкости деталей. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Зависимость износа от времени.

### **Трение скольжения**

Молекулярно-механическая теория трения. Топография поверхности твердых тел. Макроскопические и микроскопические отклонения. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта. Параметры волнистости и шероховатости поверхностей. Особенности контактного взаимодействия шероховатых тел. Теория контакта реальных поверхностей. Номинальное давление и площадь контакта с учетом параметров шероховатости. Работа сил трения.

Объемные и структурные свойства тел во фрикционном процессе. Закономерности граничного трения. Смешанное трение. Снижение коэффициента трения и износа деталей машин.

### **Трение жидкостное**

Общие положения. Понятие жидкостного трения. Закономерности жидкостного трения, установленные Н.П. Петровым. Объемные свойства жидкости. Проявление вязкости. Реологические характеристики жидкости.

Скорости потоков и давление в смазочном слое. Подшипники жидкостного трения. Зависимость приведенного коэффициента трения от вязкости масла, скоростных и геометрических параметров подшипников жидкостного трения. Число Зоммерфельда. Диаграмма Гарси-Штенберга, определяющая области граничного, жидкостного и смешанного трения.

Процесс гидродинамического давления в слое смазки. Условия, обеспечивающие развитие гидродинамического давления в слое жидкости.

### **Трение качения**

Общие положения. Деформации упругих тел в зоне контакта. Контактные деформации. Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельными осями и с равномерно распределенным линейным давлением между цилиндрами. Размеры площадки контакта. Коэффициент жесткости контакта. Напряженное состояние материала в зоне контакта. Распределение давления на площадке контакта.

Трение качения цилиндра по плоскому основанию. Нормальные и тангенциальные напряжения в зоне контакта. Относительное скольжение в зоне контакта. Зависимость коэффициента сцепления в зоне контакта от коэффициента трения скольжения. Псевдоскольжение (крип) в зоне контакта цилиндра и плоскости. Упругое последствие в зоне контакта цилиндра и плоскости. Распределение контактных давлений в зоне контакта цилиндра и плоскости при упругом последствии. Влияние на трение качения упругого последствия и гистерезисных потерь.

Трение качения сопрягаемых цилиндров. Свободное качение цилиндров. Качение сопрягаемых цилиндров – частный случай качения цилиндра по плоскости. Скольжение при отсутствии передаваемого момента. Зоны скольжения на участке контакта. Относительная скорость скольжения цилиндров. Скольжение из-за разности дуг цилиндров в зоне контакта. Технологическое скольжение в зоне контакта цилиндров.

Зависимости для определения силы сопротивления качению и коэффициента трения качения. Рекомендации по расчету опор качения.

### **Трение, вибрация и автоколебания**

Современное представление о скачкообразном движении тел при трении (автоколебания). Причины автоколебаний: падающая скоростная характеристика сил трения; скачок; силы трения при переходе от покоя к скольжению; сила трения, зависящая от времени неподвижного контакта деталей. Математическая модель автоколебаний. Влияние вибрации на трение. Трение при ударе. Основные понятия.

### **Смазочные материалы, оценка их качества, диагностика машин по параметрам работающих масел**

Смазочные материалы. Классификация масел и смазок. Классификация масел: по функциональному назначению и области применения. Классификация масел по области применения в технике: масла для транспортных и технологических машин, промышленные масла. Классификация масел по вязкости по ГОСТ и SAE. Классификация масел по назначению и уровню качества по ГОСТ и API.

Качество масел и их влияние на ресурс агрегатов машин. Оценка режима функционирования узлов трения по параметрам металлических частиц в работающем масле. Основы химмотологии.

### **Методы и средства испытаний на трение и износ**

Рациональный цикл триботехнических испытаний. Испытательная техника для трибологических исследований и испытаний различных пар трения. Особенности трибологических испытаний смазочных материалов. Инфраструктура трибологических испытаний. Способы уменьшения объема трибологических испытаний при сохранении требуемой информативности.

### **Пластическое деформирование. Антифрикционные и противоизносные покрытия**

Основы технологии накатывания деталей роликами. Поверхностное пластическое деформирование как метод повышения качества деталей машин. Области применения пластического деформирования деталей роликами. Деформация поверхностей деталей в процессе накатывания. Упрочнение при накатывании.

Химико-термическое упрочнение, антифрикционные и противоизносные покрытия поверхностей трения: поверхностная закалка, оксидирование, азотирование, хромирование, железнение, никелирование и др. Нанесение на поверхность трения наплавочных и напыленных слоев. Антифрикционные и противоизносные покрытия поверхностей трения. Тефлонизация поверхностей трения. Области применения металлополимеров. Анаэробные фиксаторы и уплотнители.

Трение с металлоплакирующими смазочными материалами. Процессы избирательного переноса при трении. Современные методы повышения износостойкости трущихся поверхностей: избирательный перенос и трибополимеризация. Эффект безизносности. Примеры реализации избирательного переноса. Понятие о сервовитной пленке.

## 4.2 Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во часов
5 семестр		
1	Цель и задачи дисциплины. Основные понятия, законы трения и смазки, мероприятия триботехники. Цель, задачи, содержание и место дисциплины в учебном процессе. Сущность триботехники. Основные термины и понятия. Краткое изложение содержания основных и новых разделов триботехники. Прикладное значение науки о трении и износе.	1
2	Основные законы трения. Трение внутреннее и внешнее. Общие сведения о физической природе трения и поверхностях трения. Физические основы трения. Характер и природа взаимодействия материала при трении: химическая, физическая и механическая. Понятие о ковалентной, ионной, водородной и металлических связях в материалах. Трение как результат преодоления сил адгезии и когезии. Молекулярная и механическая составляющие сил трения. Адсорбция поверхностно активных веществ. Эффект П.А. Ребиндера.	1
3	Трение скольжения. Молекулярно-механическая теория трения. Топография поверхности твердых тел. Отклонение формы элементов кинематических пар от номинальных. Макроскопические и микроскопические отклонения. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта.	1
4	Трение жидкостное. Общие положения. Понятие жидкостного трения. Закономерности жидкостного трения, установленные Н.П. Петровым. Объемные свойства жидкости. Проявление вязкости. Реологические характеристики жидкости.	1
5	Трение качения. Общие положения. Деформации упругих тел в зоне контакта. Контактные деформации, определяемые по формулам Герца. Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельным осями и с равномерно распределением линейным давлением между цилиндрами. Размеры площадки контакта. Коэффициент жесткости контакта. Напряженное состояние материала в зоне контакта. Распределение давления на площадке контакта.	1
6	Трение, вибрация и автофрикционные колебания. Современное представление о скачкообразном движении тел при трении (автоколебания). Причины автоколебаний: падающая скоростная характеристика сил трения; скачок; силы трения при переходе от покоя к скольжению; сила трения, зависящая от времени неподвижного контакта деталей. Математическая модель автоколебаний.	1
7	Смазочные материалы, оценка их качества, диагностика машин по параметрам работающих масел. Смазочные материалы. Классификация масел и смазок. Классификация масел: по функциональному назначению и области применения. Классификация масел по области применения в технике: масла для транспортных и технологических машин, индустриальные масла. Классификация масел по вязкости по ГОСТ и SAE. Классификация масел по назначению и уровню качества по ГОСТ и API.	1
8	Методы и средства испытаний на трение и износ. Рациональный цикл триботехнических испытаний. Испытательная техника для трибологических исследований и испытаний различных пар трения. Особенности трибологических испытаний смазочных материалов. Инфраструктура трибологических испытаний. Пластическое деформирование. Антифрикционные и противоизносные покрытия. Основы технологии накатывания деталей роликами. Поверхностное пластическое деформирование как метод повышения качества деталей машин. Области применения пластического деформирования деталей роликами. Теоретические основы контакта роликов с обрабатываемыми деталями. Деформация поверхностей деталей в процессе накатывания. Технологический режим чистового накатывания. Технологический режим упрочняющего накатывания.	1
	<b>Итого</b>	<b>8</b>

### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Кол-во часов
1	Исследование основных закономерностей абразивного изнашивания	1
2	Исследование основных закономерностей трения качения	1
3	Исследование явления сухого трения	1
4	Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса	1
5	Оценка показателей качества работающих и свежих моторных масел	1
6	Исследование антифрикционных свойств моторных масел	4
7	Исследование дисперсного, морфологического состава и концентрации частиц износа в жидкой смазке	1
8	Исследование параметров шероховатости поверхности образцов подвергнутых испытанию на трение	1
	<b>Итого</b>	<b>10</b>

### 4.4 Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

### 4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

#### 4.5.1 Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	82
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	60
Контрольная работа	16
<b>Итого</b>	<b>158</b>

#### 4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1	Исследование основных закономерностей абразивного изнашивания	8
2	Исследование основных закономерностей трения качения	8
3	Исследование явления сухого трения	8
4	Определение коэффициента внутреннего трения жидкости по методу Стокса	8
5	Оценка показателей качества работающих и свежих моторных масел	8
6	Исследование антифрикционных свойств моторных масел	12
7	Исследование дисперсного, морфологического состава и концентрации частиц износа в жидкой смазке	8
8	Исследование параметров шероховатости поверхности образцов подвергнутых испытанию на трение	8
9	Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	60
10	Контрольная работа	16

	<b>Итого</b>	<b>158</b>
--	--------------	------------

## **5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1 Основы триботехники [Электронный ресурс]: методические указания к организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся. Для обучающихся факультета «Технический сервис в агропромышленном комплексе» направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Профиль «Технический сервис в АПК» / сост. Н.С. Белоглазов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии / сост.: Н.С. Белоглазов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 16 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/58.pdf>.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## **7 Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

### **Основная:**

1 Куксенова Л. И. и др. Методы исследования поверхностных слоев при трении [Электронный ресурс] / Л.И. Куксенова; В.Г. Лаптева; С.А. Герасимов. – М.: ФГБОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 77 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257504>.

2 Милованов А. В. Топливо и смазочные материалы [Электронный ресурс] / А.В. Милованов, С.М. Ведищев. – Тамбов: ФГБОУ ВПО Тамбовский ГТУ, 2012. – 80 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277904>.

3 Сериков М. А. Эксплуатационные материалы [Электронный ресурс] / М.А. Сериков; В.В. Шестакова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежская ГЛА, 2012. – 184 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143110>

4 Повышение износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов [Электронный ресурс] / С. Богодухов. – Оренбург: Оренбургский ГУ, 2012. – 298 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259330>.

### **Дополнительная:**

1 Суркин В.И., Курчатова В.В. Смазка тракторных дизелей [Текст]: Монография. – Челябинск: ФГБОУ ВПО ЧГАУ, 2009. – 228 с.

2 Дроздов Ю.Н. и др. Трение и износ в экстремальных условиях [Текст]: Справочник. / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.

3 Итинская Н.И. Автотракторные эксплуатационные материалы [Текст]. / Н.И. Итинская – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.

4 Итинская Н. И. Топливо, смазочные материалы и технические средства [Текст]: Справочник. / Н.И. Итинская – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1974. – 304 с.

5 Елагина О.Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин [Электронный ресурс]. / О.Ю. Елагина. – М.: Логос, 2009. – 488 с.

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84921>.

#### **Периодические издания:**

«Химия и технология топлива и масел», «Достижения науки и техники в АПК» «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Тракторы и сельскохозяйственные машины», «Техника в сельском хозяйстве», «Сельский механизатор», «Техника и оборудование для села», «Ремонт, восстановление, модернизация».

### **8 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

- 1 Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
- 2 ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 3 Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

### **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1 Основы триботехники. Определение качества масла [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторной работы. Для обучающихся факультета «Технический сервис в агропромышленном комплексе» направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Профиль «Технический сервис в АПК» / сост. Н.С. Белоглазов, А.С. Широков; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.– Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 23 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/55.pdf>.

### **10 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

### **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

#### **Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов:**

- 1 Учебная лаборатория ремонта гидросистем (№249).
- 2 Компьютерный класс кафедры ТОТС (№252).
- 3 Учебная лаборатория ремонта двигателей (№256).
- 4 Учебная лаборатория курсового и дипломного проектирования (№260).
- 5 Учебная лаборатория оценки качества смазочных материалов (№264).

#### **Перечень основного лабораторного оборудования:**

- 1 Установка для испытания материалов на абразивное изнашивание.
- 2 Машина трения шариковая МАСТ - 1.
- 3 Портативный комплект для экспресс-контроля масел КДМП - 4.
4. Весы электронные аналитические.
- 5 Аналитический термостат и вискозиметр.

- 6 Баня водяная.
- 7 рН - метр электронный.
- 8 Машина трения СМЦ -2

## 12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия Формы работы	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Анализ конкретных ситуаций	+	+	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **Б1.В.ДВ.07.01 Основы триботехники**

Направление подготовки **35.03.06 Агроинженерия**

Профиль Технический сервис в АПК

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	17
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	17
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	18
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	18
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	19
4.1.1. Устный ответ на лабораторном занятии.....	19
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	19
4.1.3. Анализ конкретных ситуаций	20
4.1.4. Контрольная работа.....	21
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	21
4.2.1. Зачет.....	21
4.2.2. Экзамен.....	24

## 1 Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-1 готовность изучать и использовать научно – техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	Обучающийся должен знать: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов. - (Б.1.В.ДВ.07.01-3.1)	Обучающийся должен уметь: выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности. - (Б.1.В.ДВ.07.01-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками: проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел. (Б.1.В.ДВ.07.01-Н.1)

## 2 Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б.1.В.ДВ.07.01-3.1	Обучающийся не знает: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов.	Обучающийся слабо знает: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов.	Обучающийся с незначительными ошибками знает: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов.	Обучающийся с требуемой степенью полноты знает: основы молекулярно-механической теории трения; виды трения и изнашивания материалов; о связи трения с вибрацией; основные свойства трущихся поверхностей; упрочнение поверхностей деталей; роль смазки в процессах трения и изнашивания; виды смазки и смазочных материалов.
Б.1.В.ДВ.07.01	Обучающийся не	Обучающийся слабо	Обучающийся с не-	Обучающийся умеет:

-У.1	умеет: выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности.	умеет: выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности.	значительными затруднениями умеет: выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности.	выбирать материалы с требуемыми трибологическими свойствами; выбирать тип смазки, смазочных материалов; оценивать качества поверхностного слоя материала методом измерения твердости и параметров шероховатости поверхности.
Б.1.В.ДВ.07.01 -Н.1	Обучающийся не владеет навыками проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел.	Обучающийся слабо владеет навыками проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел.	Обучающийся свободно владеет навыками проведения экспериментов; обработки экспериментальных данных; методами расчёта узлов трения; методами оценки служебных свойств товарных и работающих масел.

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1 Основы триботехники. Определение качества масла [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторной работы. Для обучающихся факультета «Технический сервис в агропромышленном комплексе» направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Профиль «Технический сервис в АПК» / сост. Н.С. Белоглазов, А.С. Широков; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.– Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 23 с. Режим доступа: [http:// 192.168.0.1:8080 / localdocs / tots / 55.pdf](http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/55.pdf).

### **4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутый этап формирования компетенций по дисциплине «Основы триботехники», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

## 4.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

### 4.1.1 Устный ответ на лабораторном занятии

Устный ответ на лабораторном занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методические разработки...) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа (таблица) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"><li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li><li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных законов, явлений и процессов;</li><li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li><li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li><li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li></ul>
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li></ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"><li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li><li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании законов, явлений и процессов, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li><li>- неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li></ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"><li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li><li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li><li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании законов, явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li></ul>

### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для

положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для описания законов, явлений и процессов, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно,</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для описания законов, явлений и процессов, проведения и оценивания результатов измерений,</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### 4.1.3 Анализ конкретных ситуаций

Анализ конкретных ситуаций (case study) иллюстрирует реальные ситуации, встречаемые в профессиональной деятельности. Этот вид интерактивного обучения предполагает многовариантность решения поставленной перед студентами задачи, поэтому может быть применен только на последних темах или по окончании всего курса изучения дисциплины.

Организация работы следующая. Преподаватель ставит перед студентами реальную практическую задачу. Студенты должны решить задачу, выбрав при этом наилучший с их точки зрения метод решения. Решение ситуационных задач позволяет не только самостоятельно выбирать способ решения задачи, но и обобщить весь материал, полученный за курс изучения дисциплины «Ресурсосберегающие технологии».

Ответ студента оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа и решения задачи. Критерии ответа приведены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	Студент может предложить несколько методов решения задачи и объяснить ход решения каждого из них.
Оценка 4 (хорошо)	Студент может предложить только один метод решения задачи, но верно объясняет ход решения.
Оценка 3 (удовлетворительно)	Может решить задачу после подсказки метода
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Не может решить задачу ни одним из методов

- 1 Физическая природа трения и изнашивания;
- 2 Влияние отклонений поверхностей твердых тел на трение;
- 3 Сущность молекулярно-механической теории трения;
- 4 Трение скольжения с точки зрения трибологии;
- 5 Трение качения с точки зрения трибологии;
- 6 Оценка качества работающих масел;
- 7 Трение в кинематических парах, фрикционных передачах, в неподвижных соединениях;
- 8 Гидродинамический режим смазывания подшипников скольжения;
- 9 Выбор материалов при конструировании типовых узлов трения;
- 10 Технологии поверхностного упрочнения деталей.

#### **4.1.4 Тестирование**

### **4.2 Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **4.2.1 Зачет**

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачетах преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Вопросы к зачёту 5 семестр

- 1 Основные законы трения.
- 2 Трение внутреннее и внешнее
- 3 Общие сведения о физической природе трения и поверхностях трения.
- 4 Характер и природа взаимодействия материала при трении: химическая, физическая и механическая.

- 5 Понятие о ковалентной, ионной, водородной и металлических связях в материалах.
- 6 Трение как результат преодоления сил адгезии и когезии.
- 7 Молекулярная и механическая составляющие сил трения.
- 8 Адсорбция поверхностно активных веществ. Эффект П.А. Ребиндера.
- 9 Трение скольжение
- 10 Молекулярно-механическая теория трения.
- 11 Топография поверхности твердых тел.
- 12 Отклонение формы элементов кинематических пар от номинальных.
- 13 Макроскопические и микроскопические отклонения.
- 14 Номинальная, контурная и фактическая площади контакта.
- 15 Трение жидкостное
- 16 Понятие жидкостного трения.
- 17 Закон Ньютона.
- 18 Закономерности жидкостного трения, установленные Н.П. Петровым.
- 19 Объемные свойства жидкости. Проявление вязкости.
- 20 Реологические характеристики жидкости.
- 21 Трение качения
- 22 Общие положения. Формулы Ш. Кулона и Ж. Грандвуане.
- 23 Деформации упругих тел в зоне контакта.
- 24 Контактные деформации, определяемые по формулам Герца.
- 25 Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельными осями и с равномерно распределением линейным давлением между цилиндрами.
- 26 Размеры площадки контакта.
- 27 Коэффициент жесткости контакта.
- 28 Напряженное состояние материала в зоне контакта. Распределение давления на площадке контакта.
- 29 Современное представление о скачкообразном движении тел при трении (автоколебания).
- 30 Причины автоколебаний: падающая скоростная характеристика сил трения; скачок; силы трения при переходе от покоя к скольжению; сила трения, зависящая от времени неподвижного контакта деталей.
- 31 Математическая модель автоколебаний.
- 32 Смазочные материалы, оценка их качества, диагностика машин по параметрам работающих масел.
- 33 Смазочные материалы. Классификация масел и смазок.
- 34 Классификация масел: по функциональному назначению и области применения.
- 35 Классификация масел по области применения в технике: масла для транспортных и технологических машин, индустриальные масла.
- 36 Классификация масел по вязкости по ГОСТу SAE. Классификация масел по назначению и уровню качества по ГОСТ и API.
- 37 Методы и средства испытаний на трение и износ.
- 38 Рациональный цикл триботехнических испытаний.
- 39 Испытательная техника для трибологических исследований и испытаний различных пар трения.
- 40 Особенности трибологических испытаний смазочных материалов.
- 41 Инфраструктура трибологических испытаний.
- 42 Методы уменьшения необходимого объема инженерных экспериментов, достаточного для получения объективной информации о трибологических процессах.
- 43 Пластическое деформирование.
- 44 Антифрикционные и противоизносные покрытия.
- 45 Основы технологии накатывания деталей роликами.

- 46 Поверхностное пластическое деформирование как метод повышения качества деталей машин.
- 47 Области применения пластического деформирования деталей роликами.
- 48 Теоретические основы контакта роликов с обрабатываемыми деталями.
- 49 Деформация поверхностей деталей в процессе накатывания.
- 50 Технологический режим чистового накатывания.
- 51 Технологический режим упрочняющего накатывания.

#### **4.2.2 Экзамен**

Проведение экзамена не предусмотрено учебным планом

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изм.	Номера листов (разделов)			Основание для внесения изменений	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	замененных	новых	аннулированных					
1	стр. 2	-	стр. 2	Приказ ректора ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ». № 33 от 01.03.2017 г «О проведении организационно-штатных мероприятий»		Козлов А.Н.	01.03.2017	01.03.2017
2	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	-	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	Актуализация учебно-методического обеспечения		Козлов А.Н.	01.04.2017	01.04.2017
3	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	-	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	Актуализация учебно-методического обеспечения		Козлов А.Н.	01.04.2018	01.04.2018

