

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000007843



Исполнитель  
Проректор по образовательной  
деятельности и молодежной политике  
С. Л. Воробьева

20 24

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Трение и изнашивание деталей машин

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Технологии и технические системы в агробизнесе  
Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ № 709. от 26.07.2017 г.)

Разработчики:

Ипатов А. Г., кандидат технических наук, доцент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2024 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - Основной целью дисциплины является приобретение будущими магистрами знаний основ теории трения и изнашивания деталей машин для решения основных проблем современного машиностроения – долговечности, износостойкости, коэффициента полезного действия и в целом надежности технологических машин и оборудования.

Задачи дисциплины:

- Раскрыть физические процессы происходящие при контактировании двух и более тел, вызывающих изнашивание и разрушение поверхностей трения.;
- Установить взаимосвязь между условиями смазки пар трений и характеристиками изнашивания. ;
- Изучить способы создания антифрикционных покрытий и определить методику выбора материалов в трибосопряжениях .

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Трение и изнашивание деталей машин» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 1 семестре.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

### **- ПК-2 Способен к организации технического обеспечения производственных процессов на предприятиях агропромышленного комплекса**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

проблемы организации технического обеспечения производственных процессов на предприятиях АПК; современные энерго- и ресурсосберегающие технические системы, позволяющие обеспечить максимальную эффективность протекания производственных процессов на сельскохозяйственных предприятиях

Студент должен уметь:

формировать комплексы технического оборудования для оптимизации гибких адаптивных технологии производства с.-х. продукции с учетом экологических требований

Студент должен владеть навыками:

владеть навыками сбора и анализа исходных данных, необходимых для расчета и проектирования технических средств и технологических процессов объектов в АПК; методами оценки эффективности инженерных решений

### **- ПК-5 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

руководящие и нормативные документы по стратегии развития сельскохозяйственного производства; приемы и методы эффективной эксплуатации машин и оборудования; применение средств и информационных технологий при реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий

Студент должен уметь:

использовать модели для описания и прогнозирования развития производства продукции, осуществлять их качественный и количественный анализ;

Студент должен владеть навыками:

самостоятельно осваивать технологии и технические средства, вести их оценку по энерго-воздействию на окружающую среду; проводить проектирование технологий перспективных технических средств для конкретного производства.

#### **- ПК-9 Способен проектировать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

суть понятий «педагогическое мастерство», «педагогическая деятельность», составляющие успеха педагогической деятельности, сущность понятия «педагогической задачи», «педагогической ситуации» и особенности их мастерского решения, технологию преподавания, усвоить элементы театральной педагогики, способы эмоционального воздействия на учащихся

Студент должен уметь:

управлять учебно-педагогическим процессом, проектировать содержание преподавания и преподавать в области профессиональной подготовки, организовывать работу по повышению профессионального уровня работников, разрабатывать программы и методики проведения исследований, брать на себя ответственность за разрешение конфликтных ситуаций и выбирать оптимальные способы их разрешения

Студент должен владеть навыками:

владеть приемами и техниками преподавания, методами проектирования и преподавания в профессиональной деятельности, организации работы по повышению профессионального мастерства, технологией разработки образовательных программ, педагогических исследований, приемами и методами разрешения конфликтных ситуаций в педагогическом процессе

#### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Первый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Практические занятия	14	14
Лекционные занятия	10	10
Лабораторные занятия	10	10
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>74</b>	<b>74</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### **Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Третий триместр	Пятый триместр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>4</b>
Зачет	4		4
Практические занятия	6	6	
Лекционные занятия	4	4	
Лабораторные занятия	4	4	

Самостоятельная работа (всего)	90	58	32
Виды промежуточной аттестации			
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

## 5. Содержание дисциплины

### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Первый семестр, Всего</b>	<b>108</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>74</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Трение и изнашивание в трибосопряжениях</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>39</b>
Тема 1	Трение и его роль в развитии науки и техники. Инженерно-технические проблемы повышения работоспособности сопряжений	7	1			6
Тема 2	Пленки на металлических поверхностях, их роль в работоспособности сопряжений	9	1	2		6
Тема 3	Контактирование деталей в сопряжениях, виды трения: влияние трения на работоспособность сопряжений.	12	1	2		9
Тема 4	Изнашивание рабочих поверхностей. Водородное, абразивное, окислительное, коррозионно-механическое, усталостное и др.	12	1	2		9
Тема 5	Процессы при трении и изнашивании: схватывание, трещинообразование. Механизм разрушения при трении. Влияние среды на интенсивность изнашивания	14	1	2	2	9
<b>Раздел 2</b>	<b>Способы повышения антифрикционных свойств трибосопряжений</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>35</b>
Тема 6	Прирабатываемость сопряжений, структурно – энергетическая приспособляемость поверхностей, методы повышения качества прирабатываемости поверхностей	13	1	2	2	8
Тема 7	Способы повышения износостойкости сопряжений: повышение твердости, подбор материалов при конструировании сопряжений.	15	2	2	2	9
Тема 8	Избирательный перенос материалов. Методы реализации И.П. Метод ФАБО.	14	1	2	2	9
Тема 9	Износостойкость узлов трения машин при эксплуатации. Анализ методов использования материалов, формирующих на поверхности трения «сервоитные» пленки.	12	1		2	9

## Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение в теорию трения и изнашивания. Механические свойства поверхностных слоев. Структура поверхностных слоев. Реальная топография поверхности.
Тема 2	Параметры шероховатости. Кривая опорной поверхности Контактная деформация выступов. Площади контакта шероховатых тел. Методы измерения волнистости и шероховатости.
Тема 3	Виды трения в узлах машин. Теория внешнего трения. Упругий и пластический контакты. Расчет коэффициента трения. Факторы, влияющие на коэффициент трения: нагрузка, температура в зоне контакта, микрогеометрия поверхности, физико-механические свойства твердых тел. Переход от трения покоя к трению скольжения.
Тема 4	Трение при граничной смазке. Механизм смазочного действия при граничном трении. Влияние режимов нагружения при граничном трении. Эффект Ребиндера. Жидкостное трение. Диаграмма Герси-Штрибека. Трение качения, его природа, факторы влияющие на сопротивление качению
Тема 5	Контактные напряжения при качении упругих тел. Разрушение поверхностей качения. Основные процессы изнашивания. Классификация видов изнашивания. Усталостное и абразивное изнашивание. Изнашивание деталей машин и методы повышения их износостойкости. Методы и средства триботехнических испытаний.
Тема 6	Теоретическое обоснование необходимости приработки трущихся поверхностей. Физические процессы, сопровождающие приработку. Способы повышения приработки. Технология ускоренной обкатки и приработки узлов и агрегатов.
Тема 7	Физическая сущность изнашивания поверхностей. Способы снижения влияния межмолекулярного взаимодействия трущихся поверхностей на изнашивание. Подбор материалов, как основной способ снижения процесса изнашивания. Электрохимический потенциал различных материалов.
Тема 8	История создания технологии избирательного переноса. Теоретические предпосылки избирательного переноса. Основные материалы. Реализация избирательного переноса в технологиях ФАБО. Технологии ФАБО.
Тема 9	Эксплуатационные способы обеспечения износостойкости трущихся поверхностей. Особенности создания жизнеспособных – сервовитных пленок. Способы их удержания.

## Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>90</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Трение и изнашивание в трибосопряжениях</b>	<b>58</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>50</b>
Тема 1	Трение и его роль в развитии науки и техники. Инженерно-технические проблемы повышения работоспособности сопряжений	8				8
Тема 2	Пленки на металлических поверхностях, их роль в работоспособности сопряжений	10,5	0,5			10
Тема 3	Контактирование деталей в сопряжениях, виды трения: влияние трения на работоспособность сопряжений.	12,5	0,5	2		10
Тема 4	Изнашивание рабочих поверхностей. Водородное, абразивное, окислительное, коррозионно-механическое, усталостное и др.	12,5	0,5			12
Тема 5	Процессы при трении и изнашивании: схватывание, трещинообразование. Механизм разрушения при трении. Влияние среды на интенсивность изнашивания	14,5	0,5	2	2	10
<b>Раздел 2</b>	<b>Способы повышения антифрикционных свойств трибосопряжений</b>	<b>46</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>40</b>
Тема 6	Прирабатываемость сопряжений, структурно – энергетическая приспособляемость поверхностей, методы повышения качества прирабатываемости поверхностей	10,5	0,5			10
Тема 7	Способы повышения износостойкости сопряжений: повышение твердости, подбор материалов при конструировании сопряжений.	11,5	0,5	2		9
Тема 8	Избирательный перенос материалов. Методы реализации И.П. Метод ФАБО.	14,5	0,5		2	12
Тема 9	Износостойкость узлов трения машин при эксплуатации. Анализ методов использования материалов, формирующих на поверхности трения «сервовитные» пленки.	9,5	0,5			9

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение в теорию трения и изнашивания. Механические свойства поверхностных слоев. Структура поверхностных слоев. Реальная топография поверхности.
Тема 2	Параметры шероховатости. Кривая опорной поверхности Контактная деформация выступов. Площади контакта шероховатых тел. Методы измерения волнистости и шероховатости.

Тема 3	Виды трения в узлах машин. Теория внешнего трения. Упругий и пластический контакты. Расчет коэффициента трения. Факторы, влияющие на коэффициент трения: нагрузка, температура в зоне контакта, микрогеометрия поверхности, физико-механические свойства твердых тел. Переход от трения покоя к трению скольжения.
Тема 4	Трение при граничной смазке. Механизм смазочного действия при граничном трении. Влияние режимов нагружения при граничном трении. Эффект Ребиндера. Жидкостное трение. Диаграмма Герси-Штрибека. Трение качения, его природа, факторы влияющие на сопротивление качению
Тема 5	Контактные напряжения при качении упругих тел. Разрушение поверхностей качения. Основные процессы изнашивания. Классификация видов изнашивания. Усталостное и абразивное изнашивание. Изнашивание деталей машин и методы повышения их износостойкости. Методы и средства триботехнических испытаний.
Тема 6	Теоретическое обоснование необходимости приработки трущихся поверхностей. Физические процессы, сопровождающие приработку. Способы повышения приработки. Технология ускоренной обкатки и приработки узлов и агрегатов.
Тема 7	Физическая сущность изнашивания поверхностей. Способы снижения влияния межмолекулярного взаимодействия трущихся поверхностей на изнашивание. Подбор материалов, как основной способ снижения процесса изнашивания. Электрохимический потенциал различных материалов.
Тема 8	История создания технологии избирательного переноса. Теоретические предпосылки избирательного переноса. Основные материалы. Реализация избирательного переноса в технологиях ФАБО. Технологии ФАБО.
Тема 9	Эксплуатационные способы обеспечения износостойкости трущихся поверхностей. Особенности создания жизнеспособных – сервовитных пленок. Способы их удержания.

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

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Фазовые и структурные превращения железоуглеродистых сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), сост. Стрелков С. М., Ипатов А. Г. - Ижевск: , 2015. - 36 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=15479>

2. Проектирование технологических процессов восстановления деталей машин (сопряжений) [Электронный ресурс]: учебное пособие по проектированию технологических процессов восстановления деталей машин для студентов направления подготовки «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), сост. Ипатов А. Г. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2018. - 80 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=25701>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Первый семестр (74 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (24 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется

изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (20 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (30 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (90 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (24 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (30 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (36 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## **8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1. Компетенции и этапы формирования**

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2 ПК-5 ПК-9	1 курс, Первый семестр	Зачет	Раздел 1: Трение и изнашивание в трибосопряжениях.
ПК-5 ПК-9	1 курс, Первый семестр	Зачет	Раздел 2: Способы повышения антифрикционных свойств трибосопряжений.

### **8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания**

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.



### Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

### Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

#### Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;

- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

#### Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;

- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

#### Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.  
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.  
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Трение и изнашивание в трибосопряжениях

ПК-2 Способен к организации технического обеспечения производственных процессов на предприятиях агропромышленного комплекса

1. Какие вещества входят в состав шлакообразующих во флюсах для автоматической наплавки деталей

2. Что такое сила трения
3. Что характеризует коэффициент трения
4. Приведите примеры абразивного изнашивания поверхностей трения
5. Обоснуйте эффект Ребиндера

ПК-5 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса

1. Основные задачи триботехники в современном машиностроении
2. Проблемы изнашивания поверхностей и пути их решения
3. Физико-химические процессы споровожающие процесс трения в трибосопряжениях
4. Геометрия поверхности. шероховатость
5. Теория трения. Представления Кулона и Амонтона о природе трения.
6. Молекулярно-механическая теория трения Дерягина
7. Виды изнашиваний. Абразивное изнашивание
8. Окислительное и усталостное изнашивание поверхностей трения.
9. Способы снижения абразивного изнашивания
10. Фреттинг-коррозия

ПК-9 Способен проектировать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом

1. Классификация видов трения от условий смазки
2. Сухое и ювенильное трение. особенности формирования и влияние на процессы изнашивания

3. Граничное трение
4. Жидкостное трение
5. Условия формирования гидродинамического клина
6. Прирабатываемость поверхностей. Понятие эффективной площади контакта
7. Поверхностная энергия. Абсорбция
8. Эффект Ребиндера
9. ПАВ, как средство понижения интенсивности изнашивания
10. Влияние шероховатости поверхности на интенсивность изнашивания в трибосопряжениях

Раздел 2: Способы повышения антифрикционных свойств трибосопряжений

ПК-5 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса

1. Типы и виды функциональных, антифрикционных покрытий
2. Тонкопленочные технологии, как основа современной триботехники
3. Отличительные особенности внутренних и наружных покрытий
4. Основные недостатки традиционных технологий создания покрытий
5. Способы реализации внутренних антифрикционных покрытий
6. Диффузионные способы получения покрытий. Металлизация
7. Химико-термическая обработка. Цементация и азотирование.
8. Диффузионное микролегирование поверхности концентрированными источниками энергии
9. Современные технологии: магнетронное напыление, напыление в вакууме
10. Технологии физического осаждения- плазменная металлизация

ПК-9 Способен проектировать содержание и технологию преподавания, управлять учебным процессом

1. Избирательный перенос при трении(эффект безизносности)
2. Механизмы образования сервовитной пленки и ее структура

3. Физические основы эффекта безизносности
4. Разделение материалов пар трения по их назначению
5. Некоторые правила сочетания материалов для трущихся пар
6. Металлоплакирующие смазочные материалы
7. Финишная антифрикционная безобразивная обработка
8. Графитирование. Покрытие поверхностей дисульфидом молибдена
9. Механический наклеп поверхностей
10. Алмазное выглаживание

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Первый семестр (Зачет, ПК-2, ПК-5, ПК-9)**

1. При каких условиях возникает граничное трение на поверхностях деталей.
2. На чем основана электроискровая обработка
3. Для чего проводится химическое никелирование поверхностей
4. Назначение алмазного выглаживания
5. Использование органических кислот при приработке
6. Добавки в небольшом количестве ПАВ в смазке
7. Свойство трибосистемы обеспечивать состояния с приемлемо высокими значениями сил трения
8. Что такое электромеханическая обработка
9. Какие этапы включает обкатка узлов и агрегатов
10. Какая основная характеристика, определяет работоспособность га-зотермических покрытий
11. Что такое эффект Ребиндера
12. Окислительное изнашивание
13. Водородное изнашивание
14. Фреттинг-коррозия
15. Адгезионное изнашивание
16. Абразивное изнашивание
17. Что характеризует коэффициент трения
18. Сила трения
19. Теория трения
20. Влияние шероховатости поверхности на силу трения
21. Поверхностная активность поверхности
22. Дислокационная теория строения материалов
23. Кристаллическая структура материалов
24. Смазки и смазочные материалы
25. Подбор материалов в парах трения

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

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

### 9. Перечень учебной литературы

1. Тельнов Н. Ф., Ачкасов К. А., Курчаткин В. В., Савченко В. И., Бугаев В. Н., Батищев А. Н., Богачев Б. А., Очковский Н. А. Надежность и ремонт машин: ред. Курчаткин В. В. - Москва: Колос, 2000. - 772 с. (22 экз.)

2. Фазовые и структурные превращения железоуглеродистых сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» (уровень бакалавриата), сост. Стрелков С. М., Ипатов А. Г. - Ижевск: , 2015. - 36 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=15479>

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://elib.udsau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ

2. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib

3. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»

4. <http://portal.udsau.ru/> - Интернет-портал Удмуртского ГАУ

5. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

### 11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов

оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.

	<p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
<p>Лабораторные занятия</p>	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p>

	<p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> </ul>

- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают



## **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

## **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.