

**Владимирский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДЕНА  
проректор по образовательной  
деятельности и воспитательной  
работе \_\_\_\_\_ А.Л.Тарасов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Триботехнологии в агроинженерии»**

Направление подготовки/ специальность	<b>35.03.06 «Агроинженерия»</b>
Направленность, профили	<b>Технические системы в агробизнесе</b>
Уровень образовательной программы	<b>Бакалавриат</b>
Формы обучения	<b>Очная, Заочная, Очно-заочная</b>
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	<b>3</b>
Трудоемкость дисциплины, час.	<b>108</b>

Иваново 2024

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель освоения дисциплины - дать студенту комплекс знаний о контактном взаимодействии твердых тел при их относительном движении, охватывающий все многообразие вопросов трения, изнашивания и смазки машин.

Задачи: - подготовить студента к решению задач повышения долговечности деталей и узлов машин конструктивными, технологическими, эксплуатационными мерами на основе знаний о трении и изнашивании;

- рассмотреть пути и варианты решения проблем абразивного и водородного изнашивания;
- возможности совершенствования смазочных материалов, композиций и систем;
- возможность создания без износных узлов трения машин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина относится к\*

Части, формируемой участниками образовательных отношений

Статус дисциплины\*\*

вариативная

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины

Материаловедение и технология конструкционных материалов, метрология, стандартизация и сертификация, тракторы и автомобили, детали машин и основы конструирования, сельскохозяйственные машины, организация и управление производством, теория ДВС, теория трактора и автомобиля, надежность технических систем, эксплуатация машинно-тракторного парка

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины

государственный экзамен, выпускная квалификационная работа

\* базовой / вариативной

\*\* обязательная / по выбору / факультативная

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
---------------------------------	---	---

ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Участвует в экспериментальных исследованиях по испытанию сельскохозяйственной техники	1-11
ПК-4. Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин	ПК-4.1. Обеспечивает работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин	1-11

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1.	<b>Введение в триботехнику. Основные разделы, термины и определения.</b> Общие сведения. Основные термины и определения. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники.	1	-	-	6	УО	лекция-визуализация
2.	<b>Рабочие поверхности деталей</b>	2	-	-	6	УО,	лекция-визуализация

	<p><b>и особенности их контактирования. Показатели качества поверхности. Адсорбционный эффект (Ребиндера) снижения прочности поверхности.</b></p> <p>Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности. Остаточные напряжения, структурные и разовые превращения. Показатели качества поверхности. Физико-химические свойства поверхностей деталей. Пленки на металлических поверхностях. Контактное и взаимное внедрение поверхностей. Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера – снижения прочности поверхности деталей.</p>					Р,Д	
3.	<p><b>Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин. Классификация видов трения.</b></p> <p>Общие сведения о трении. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная, вязкопластичная и контактно-гидродинамическая смазки. Трение при полужидкостной смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Трение качения.</p>	1	-	3	6	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
4.	<p><b>Виды изнашивания рабочих поверхностей. Стадии изнашивания пар трения.</b></p> <p>Основные понятия о механизме изнашивания пар трения. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Механизм изнашивания полимеров и резины. Стадии изнашивания пар трения. Распределение износа между деталями. Общие сведения. Водородное изнашивание. Абразивное изнашивание. Окислительное изнашивание, изнашивание вследствие</p>	1	-	3	6	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ

	деформации, диспергирования и выкрашивания. Коррозионно-механическое изнашивание, коррозия, кавитация, эрозия. Схватывание и заедание поверхностей при трении. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Усталостное разрушение, трещинообразование, связь сопротивления усталости деталей с трением и изнашиванием.						
5.	<b>Избирательный перенос металлов при трении (эффект безызносности Гаркунова).</b>  Сущность эффекта безызносности. Механизм образования сервовитной пленки и ее структура. Физико-химические основы явления избирательного переноса металлов и его использование в узлах трения машин.	1	-	3	6	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
6.	<b>Материалы трущихся поверхностей деталей. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.</b>  Разделение материалов пар трения по их назначению. Выбор материалов при конструировании узлов трения. Порошковые антифрикционные материалы и полимерные композиции. Материалы для узлов трения, работающих при высокой температуре и высоком вакууме. Численные критерии работоспособности материалов в парах трения. Некоторые правила сочетания материалов. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое.	1	-	1	6	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
7.	<b>Смазывание деталей машин.</b>  Общие вопросы. Физико-химические характеристики смазочных материалов. Диаграмма Герси-Штрибека.	1	-	3	6	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ

	Металлоплакирующие смазочные материалы. Выбор смазочных материалов. Подвод и распределение смазочного материала. Контрольные и предохранительные устройства. Конструктивные особенности смазочных систем.						
8.	<p><b>Конструкторские методы повышения износостойкости деталей.</b></p> <p>О расположении материалов пар трения по твердости. Жесткость, податливость и специальная конфигурация деталей. Принцип взаимного дополнения качества. Плавающие детали. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента. Способы установки узлов, уменьшающих напряжение при монтаже и в эксплуатации. Разгрузка рабочих поверхностей. Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в соединениях. Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнений.</p>	1	-	4	6	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
9.	<p><b>Технологические методы повышения долговечности деталей.</b></p> <p>Связь износостойкости с качеством и точностью взаимного расположения деталей. Химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей. Гальванические покрытия. Наплавка и напыление, ФАБО, графитирование. Покрытие дисульфидом молибдена. Электроискровое легирование. Способы ППД. Лазерная обработка.</p>	1	-	2	8	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
10.	<p><b>Методы повышения износостойкости деталей и узлов машин в эксплуатации.</b></p> <p>Изменение свойств смазочного материала в эксплуатации. Обкатка машин. Смазывание узлов при эксплуатации. Стендовые и</p>	1	-	3	8	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ

	эксплуатационные испытания. Влияние условий эксплуатации и режима работы на интенсивность изнашивания. Сравнительная оценка поведения антифрикционных материалов в экстремальных условиях. Предельные износы и сроки службы деталей.						
11.	<b>Триботехника - в XXI веке.</b> Развитие машиностроения и триботехника. Новый подход к изучению триботехники. Программа исследований водородного изнашивания и избирательного переноса. Исследование электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании. Совершенствование смазывания деталей. Экономика и триботехника. Подготовка специалистов по триботехнике.	1	-	2	8	3	лекция-визуализация и ЛПЗ

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КР – контрольная работа, Д – доклад, Р – реферат, З – зачет.

#### 4.1.2. Заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1.	<b>Введение в триботехнику. Основные разделы, термины и определения.</b> Общие сведения. Основные термины и определения. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники.	0,2	-	-	9	УО	лекция-визуализация
2.	<b>Рабочие поверхности деталей и особенности их контактирования. Показатели качества поверхности.</b>	0,3	-	-	9	УО, Р, Д	лекция-визуализация

	<p><b>Адсорбционный эффект (Ребиндера) снижения прочности поверхности.</b></p> <p>Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности. Остаточные напряжения, структурные и разовые превращения. Показатели качества поверхности. Физико-химические свойства поверхностей деталей. Пленки на металлических поверхностях. Контактное и взаимное внедрение поверхностей. Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера – снижения прочности поверхности деталей.</p>						
3.	<p><b>Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин. Классификация видов трения.</b></p> <p>Общие сведения о трении. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная, вязкопластичная и контактно-гидродинамическая смазки. Трение при полужидкостной смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Трение качения.</p>	0,4	-	-	9	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
4.	<p><b>Виды изнашивания рабочих поверхностей. Стадии изнашивания пар трения.</b></p> <p>Основные понятия о механизме изнашивания пар трения. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Механизм изнашивания полимеров и резины. Стадии изнашивания пар трения. Распределение износа между деталями. Общие сведения. Водородное изнашивание. Абразивное изнашивание. Окислительное изнашивание, изнашивание вследствие деформации, диспергирования и выкрашивания. Коррозионно-механическое изнашивание,</p>	0,4	-	0.5	9	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ



	<p>коррозия, кавитация, эрозия. Схватывание и заедание поверхностей при трении. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Усталостное разрушение, трещинообразование, связь сопротивления усталости деталей с трением и изнашиванием.</p>						
5.	<p><b>Избирательный перенос металлов при трении (эффект безызносности Гаркунова).</b></p> <p>Сущность эффекта безызносности. Механизм образования сервовитной пленки и ее структура. Физико-химические основы явления избирательного переноса металлов и его использование в узлах трения машин.</p>	0.4	-	0.5	9	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
6.	<p><b>Материалы трущихся поверхностей деталей. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.</b></p> <p>Разделение материалов пар трения по их назначению. Выбор материалов при конструировании узлов трения. Порошковые антифрикционные материалы и полимерные композиции. Материалы для узлов трения, работающих при высокой температуре и высоком вакууме. Численные критерии работоспособности материалов в парах трения. Некоторые правила сочетания материалов. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое.</p>	0,4	-	0.5	9	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
7.	<p><b>Смазывание деталей машин.</b></p> <p>Общие вопросы. Физико-химические характеристики смазочных материалов. Диаграмма Герси-Штрибека. Металлоплакирующие смазочные материалы. Выбор смазочных материалов. Подвод</p>	0.4	-	0.5	9	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ

	и распределение смазочного материала. Контрольные и предохранительные устройства. Конструктивные особенности смазочных систем.						
8.	<p><b>Конструкторские методы повышения износостойкости деталей.</b></p> <p>О расположении материалов пар трения по твердости. Жесткость, податливость и специальная конфигурация деталей. Принцип взаимного дополнения качества. Плавающие детали. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента. Способы установки узлов, уменьшающих напряжение при монтаже и в эксплуатации. Разгрузка рабочих поверхностей. Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в соединениях. Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнений.</p>	0,4	-	0.5	9	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
9.	<p><b>Технологические методы повышения долговечности деталей.</b></p> <p>Связь износостойкости с качеством и точностью взаимного расположения деталей. Химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей. Гальванические покрытия. Наплавка и напыление, ФАБО, графитирование. Покрытие дисульфидом молибдена. Электроискровое легирование. Способы ППД. Лазерная обработка.</p>	0,4	-	0.5	9	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
10.	<p><b>Методы повышения износостойкости деталей и узлов машин в эксплуатации.</b></p> <p>Изменение свойств смазочного материала в эксплуатации. Обкатка машин. Смазывание узлов при эксплуатации. Стендовые и эксплуатационные испытания. Влияние условий эксплуатации и режима работы на</p>	0,4	-	0.5	9	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ

	интенсивность изнашивания. Сравнительная оценка поведения антифрикционных материалов в экстремальных условиях. Предельные износы и сроки службы деталей.						
11.	<b>Триботехника - в XXI веке.</b> Развитие машиностроения и триботехника. Новый подход к изучению триботехники. Программа исследований водородного изнашивания и избирательного переноса. Исследование электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании. Совершенствование смазывания деталей. Экономика и триботехника. Подготовка специалистов по триботехнике.	0.3	-	0.5	10	3	лекция-визуализация и ЛПЗ

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КР – контрольная работа, Д – доклад, Р – реферат, З – зачет.

#### 4.1.3. Очно-заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
1.	<b>Введение в триботехнику. Основные разделы, термины и определения.</b> Общие сведения. Основные термины и определения. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники.	0.5	-	-	4	УО	лекция-визуализация
2.	<b>Рабочие поверхности деталей и особенности их контактирования. Показатели качества поверхности. Адсорбционный эффект (Ребиндера) снижения</b>	0.5	-	-	4	УО, Р, Д	лекция-визуализация

	<p><b>прочности поверхности.</b></p> <p>Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности. Остаточные напряжения, структурные и разовые превращения. Показатели качества поверхности. Физико-химические свойства поверхностей деталей. Пленки на металлических поверхностях. Контактное и взаимное внедрение поверхностей. Адсорбция и хемосорбция. Эффект Ребиндера – снижения прочности поверхности деталей.</p>						
3.	<p><b>Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин. Классификация видов трения.</b></p> <p>Общие сведения о трении. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная, вязкопластичная и контактно-гидродинамическая смазки. Трение при полужидкостной смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Трение качения.</p>	1	-	2	4	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
4.	<p><b>Виды изнашивания рабочих поверхностей. Стадии изнашивания пар трения.</b></p> <p>Основные понятия о механизме изнашивания пар трения. Механизм изнашивания металлических поверхностей. Механизм изнашивания полимеров и резины. Стадии изнашивания пар трения. Распределение износа между деталями. Общие сведения. Водородное изнашивание. Абразивное изнашивание. Окислительное изнашивание, вследствие деформации, диспергирования и выкрашивания. Коррозионно-механическое изнашивание, коррозия, кавитация, эрозия. Схватывание и заедание</p>	1	-	2	8	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ

	поверхностей при трении. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Усталостное разрушение, трещинообразование, связь сопротивления усталости деталей с трением и изнашиванием.						
5.	<b>Избирательный перенос металлов при трении (эффект безызносности Гаркунова).</b>  Сущность эффекта безызносности. Механизм образования сервовитной пленки и ее структура. Физико-химические основы явления избирательного переноса металлов и его использование в узлах трения машин.	0.5	-	3	10	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
6.	<b>Материалы трущихся поверхностей деталей. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.</b>  Разделение материалов пар трения по их назначению. Выбор материалов при конструировании узлов трения. Порошковые антифрикционные материалы и полимерные композиции. Материалы для узлов трения, работающих при высокой температуре и высоком вакууме. Численные критерии работоспособности материалов в парах трения. Некоторые правила сочетания материалов. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое.	0.5	-	1	10	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
7.	<b>Смазывание деталей машин.</b>  Общие вопросы. Физико-химические характеристики смазочных материалов. Диаграмма Герси-Штрибека. Металлоплакирующие смазочные материалы. Выбор смазочных материалов. Подвод и распределение смазочного материала. Контрольные и	1	-	2	10	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ

	предохранительные устройства. Конструктивные особенности смазочных систем.						
8.	<p><b>Конструкторские методы повышения износостойкости деталей.</b></p> <p>О расположении материалов пар трения по твердости. Жесткость, податливость и специальная конфигурация деталей. Принцип взаимного дополнения качества. Плавающие детали. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента. Способы установки узлов, уменьшающих напряжение при монтаже и в эксплуатации. Разгрузка рабочих поверхностей. Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в соединениях. Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнений.</p>	1	-	3	10	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
9.	<p><b>Технологические методы повышения долговечности деталей.</b></p> <p>Связь износостойкости с качеством и точностью взаимного расположения деталей. Химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей. Гальванические покрытия. Наплавка и напыление, ФАБО, графитирование. Покрытие дисульфидом молибдена. Электроискровое легирование. Способы ППД. Лазерная обработка.</p>	1	-	1	8	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ
10.	<p><b>Методы повышения износостойкости деталей и узлов машин в эксплуатации.</b></p> <p>Изменение свойств смазочного материала в эксплуатации. Обкатка машин. Смазывание узлов при эксплуатации. Стендовые и эксплуатационные испытания. Влияние условий эксплуатации и режима работы на интенсивность изнашивания. Сравнительная оценка</p>	0.5	-	2	8	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ

	поведения антифрикционных материалов в экстремальных условиях. Предельные износы и сроки службы деталей.									
11.	<b>Триботехника - в XXI веке.</b> Развитие машиностроения и триботехника. Новый подход к изучению триботехники. Программа исследований водородного изнашивания и избирательного переноса. Исследование электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании. Совершенствование смазывания деталей. Экономика и триботехника. Подготовка специалистов по триботехнике.	0.5	-	1	8	3	лекция-визуализация и ЛПЗ			

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КР – контрольная работа, Д – доклад, Р – реферат, З – зачет.

#### 4.2. Распределение часов дисциплины (модуля) по семестрам

##### 4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
Практические	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-
Самостоятельная работа	-	-	-	-	-	-	-	72	-	-
Форма контроля	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-

##### 4.2.2. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
Лекции	-	-	-	-	4
Лабораторные	-	-	-	-	4
Практические	-	-	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	-	-	8
Самостоятельная работа	-	-	-	-	100
Форма контроля	-	-	-	-	3

##### 4.2.3. Очно-заочная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лекции	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
Практические	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-
Самостоятельная работа	-	-	-	-	-	-	-	-	84	-
Форма контроля	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-

## **5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов осуществляется в соответствии с требованиями, указанными в Положении ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

Темы индивидуальных заданий:

- перспективные материалы триботехнического назначения;
- развитие энергосберегающих триботехнологий.
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
- методы исследования водородного изнашивания;
- перспективы применения технологий безразборного восстановления работоспособности узлов трения машин и оборудования с использованием присадок и добавок к техническим маслам и консистентным смазкам.

### **5.2. Контроль самостоятельной работы**

Контроль самостоятельная работа студентов осуществляется в соответствии с требованиями, указанными в Положении ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:  
- при сдаче зачета.

### **5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- Методические указания.
- Основную и дополнительную учебную литературу.
- Рекомендуемые онлайн-источники и интернет ресурсы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)**

1. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/30202> — Загл. с экрана.

### **6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)**



1. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 364 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93005> — Загл. с экрана.
2. Зубарев, Ю.М. Современные инструментальные материалы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/595> — Загл. с экрана.
3. Триботехника : учеб.пособие для студ.вузов бакалавров / Д. Н. Гаркунов, Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. – 2-е изд.,стер. – М. : Кнорус, 2013. – 408с. **10 экз**
4. Основы научных исследований лесных машин: учебник для студ. вузов / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев. – 2-е изд.,испр. – СПб.: Лань, 2010. – 528с.: ил. **10 экз**
5. Пачурин, Г.В. Коррозионная долговечность изделий из деформационно-упрочненных металлов и сплавов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 160 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/51942> — Загл. с экрана.

### **6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека / Точка доступа: <http://window.edu.ru>

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

1. Исследование износостойкости материалов в условиях абразивного изнашивания : метод. указан. для вып. лаб. работ / А. А. Гвоздев, Д. Л. Тюрин. – Иваново: ИГСХА, 2008. – 36с.

### **6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)**

- 1) ЭБС «Консультант студента» / Точка доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
- 2) Информационно-правовой портал «Консультант» / Точка доступа: <http://www.consultant.ru>
- 3) ЭБС издательства «Лань» / Точка доступа: <https://e.lanbook.com>

### **6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)**

- Операционная система типа Windows
- Интернет-браузеры
- Microsoft Office, Open Office
- Графические редакторы (CAD-системы): Компас-3D

### **6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

=LMS Moodle <http://ivgsha.ru/moodle>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

№ п/п	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских, практических занятий, групповых и индивидуальных	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	средствами обучения (переносным мультимедийным проектором, портативным компьютером типа «Ноутбук», переносным раздвижным экраном), служащими для представления учебной информации
2.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

**Приложение № 1**  
к рабочей программе по дисциплине  
**Триботехнологии в агроинженерии**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Триботехнологии в агроинженерии»**

**1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе**

**1.1. Очная, заочная, очно-заочная формы:**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Участвует в экспериментальных исследованиях по испытанию сельскохозяйственной техники	За	Комплект вопросов для сдачи зачета
ПК-4. Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин	ПК-4.1. Обеспечивает работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин	За	Комплект вопросов для сдачи зачета

\* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВПР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

**2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования**

Показатели	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач

		практических задач		
Уровень сформированности и компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

\* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

### 3. Оценочные средства

В процессе обучения применяются активные, интерактивные, репродуктивные и продуктивные оценочные средства.

**3.1. Особенностью активных оценочных средств** является проверка способности принимать решение в действии, что входит в показатели сформированности компетенций. Применение активных способов оценки в условиях обучения предполагает постановку обучающихся в ситуации имитации профессиональных действий. Мыслительная активность может быть задействована более или менее, так как имитационные действия далеко не всегда проверяют знания. Студент может компенсировать недостаток знаний личностными качествами: коммуникабельностью, деловой активностью, хорошей речью и т.д. Активная работа обучающихся предполагает также интенсивное межличностное взаимодействие. К активным оценочным средствам относятся: мозговой штурм, организационно-деятельностная игра (ОДИ), игровые имитационные действия (ситуации), тренинг.

**3.2. Интерактивные оценочные средства** создают комплексную ситуацию накопления профессионального опыта в процессе овладения знанием. Интерактивные оценочные средства позволяют оценить не только само решение, но и путь его получения. Интерактивные оценочные средства должны проверять способность накапливать опыт в процессе прямого взаимодействия «с областью осваиваемого профессионального опыта». Такой опыт можно получить через комплексные ситуационные задачи, деловые игры, форумы, тесты действия.

**3.3. Репродуктивные оценочные средства** направлены на проверку усвоения знаний, полученных в готовом виде, и способности запомнить, понять и воспроизвести изученное в письменной или устной форме (вербальной или невербальной). Любая компетенция основывается на знании, поэтому проверка знания должна быть начальным этапом в формировании и оценке качества обучения. К репродуктивным оценочным средствам относятся: контрольная работа, устный экзамен, письменный экзамен, тест, опрос.

#### 3.3.1. Комплект вопросов к зачету, контрольной работе и устному опросу

1. Дайте определение «Триботехнике» как науке.
2. Молекулярно-механическая теория трения была выдвинута каким автором?
3. Каким параметрам трения в практике нормальной эксплуатации свойственны граничные условия смазывания (примеры из практики)?
4. Какому соединению в практике нормальной эксплуатации характерно жидкостное трение?
5. Коррозионно-механическое (окислительное) изнашивание свойственно каким деталям и соединениям?
6. В разработке основ гидродинамической теории трения принимали участие какие авторы?
7. Сила трения по молекулярно-механической теории рассчитывается по какой формуле?
8. Дайте определение понятию «изнашивание»?
9. Для количественной оценки процесса изнашивания деталей применяются какие показатели?

10. Открытие явления избирательного переноса при трении (эффект безызносности) принадлежит авторам?
11. К твердым смазкам, имеющим слоисто-решетчатую пластинчатую структуру, относятся какие?
12. У каких деталей в процессе эксплуатации отсутствует этап обкатки (приработки)?
13. Диаграмма Герси-Штрибека показывает какую зависимость?
14. Эффективными способами уменьшения водородного изнашивания являются какие?
15. В борьбе с абразивным изнашиванием деталей будет достигнут минимальный эффект при наплавке, напылении, напекании или наклёпе?
16. Машина трения 2070 СМТ-1 позволяет регистрировать какие параметры?
17. Машина трения 2070 СМТ-1 позволяет вести запись каких параметров?
18. Машина трения 2070 СМТ-1 способна реализовать какие схемы контактирования деталей пар трения?
19. Какая пара трения способна работать в условиях жидкостного, граничного и сухого трения?
20. Какие пары трения способны работать только в условиях граничного и сухого трения и не способны реализовать условия жидкостного?
21. Лабораторными, стендовыми и эксплуатационными испытаниями доказано ли, что избирательный перенос металлов при трении защищает поверхности деталей от абразивного износа?
22. Водородное изнашивание деталей проявляется в каком виде?
23. При проведении лабораторных и стендовых испытаний по сравнительной оценке поведения антифрикционных материалов широко применяют какие экстремальные условия?
24. Каков механизм действия присадок группы реметаллизантов?
25. Каков механизм действия присадок группы геотрибомодификаторов?
26. Интенсивность изнашивания деталей рассчитывается по какой формуле?
27. Жидкостное трение в зависимости от способа создания давления в несущем слое имеет какие разновидности?
28. Перспективными направлениями в снижении абразивного изнашивания деталей сельскохозяйственной техники являются какие?
29. Согласно диаграммы Герси-Штрибека при смазывании каким видом масла пара трения «вал-втулка» быстрее (при меньшей скорости вращения) перейдет в режим жидкостного трения?
30. Как влияет наличие сервовитной пленки на поверхности деталей на фактическую площадь их контакта и изменение удельных нагрузок в узле?
31. Скорость износа детали рассчитывается по какой формуле?
32. К основным триботехническим характеристикам относятся какие?
33. Зависимость износа от шероховатости поверхности имеет какой вид?
34. Зависимость износа от твердости поверхности детали имеет какой вид?
35. Зависимость износа от удельной нагрузки на узел трения имеет какой вид?
36. Зависимость износа от скорости скольжения в узле трения имеет какой вид?
37. Что опаснее для узлов трения скольжения в эксплуатации?
38. Последствия какого события в эксплуатации ДВС сложнее устранить (а порой просто не возможно) – попадание в моторное масло дизельного топлива, воды, тосола, антифриза?
39. Какой из коленчатых валов ДВС в эксплуатации разрушится быстрее закаленный на всю глубину или только на поверхности?
40. Зависимость износа ЦПГ ДВС от температуры прогрева двигателя имеет какой вид?
41. Какими разделами представлена наука «Трибология»?
42. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «шейка коленчатого вала ДВС – вкладыш» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?
43. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «кулачок распределительного вала - толкатель» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?
44. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «поршневое кольцо – гильза цилиндра ДВС» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?
45. Коэффициент трения (момент трения, сила трения) в парах трения скольжения в вакууме и на воздухе изменяется ли?
46. Высокая прочность сцепления (адгезия) тефлоно-молибденового покрытия в составе металлофторопластовой ленты достигается за счет чего?
47. Гидростатический способ создания жидкостного трения нашел применение в каких узлах?

48. Диаграмма Герси-Штрибека имеет какой вид?
49. Этот вид изнашивания из всех видов разрушения наиболее трудно поддается изучению, несмотря на то, что оно обнаруживается в узлах трения машин различных отраслей техники и по широте своего проявления сопоставимо с абразивным изнашиванием. Что это за вид изнашивания?
50. Компрессоры промышленных и бытовых холодильников безотказно эксплуатируются десятилетиями за счет чего?
51. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе металлоплакирующих составов
52. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе кондиционеров металлов
53. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе полимеросодержащих составов
54. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе геотрибомодификаторов.
55. Каков механизм действия слоистых модификаторов трения?
56. Каков механизм действия металлоплакирующих составов?
57. Каков механизм действия кондиционеров металлов?
58. Каков механизм действия полимерных присадок?

### **3.4. Методические материалы по промежуточной аттестации студентов**

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

**3.4.1. Зачет** проводится в конце восьмого семестра в устно-письменной форме. Для подготовки ответа на вопросы студенту отводится один академический час. Если по результатам ответа у студента выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к зачету студент должен набрать не менее 36 баллов в течение семестра, т.е. не менее 60% баллов от максимального. Студенты, набравшие в течение семестра более 60 баллов, могут быть освобождены от зачета. Максимальное число баллов, которое студент может набрать на зачете 40 баллов. Студент считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на зачете он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные студентом в течение семестра, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (зачета), и выводится итоговая оценка, которую студент получает на зачете. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- студент набрал менее 60 баллов – оценка «не зачтено»;
- студент набрал 60 – 74 баллов – оценка «зачтено»;
- студент набрал 75 – 89 баллов – оценка «зачтено»;
- студент набрал 90 – 100 баллов – оценка «зачтено».

### **3.5. Темы рефератов и докладов**

- «Классификация видов изнашивания и практические их примеры в технике»
- «Водородное изнашивание: причины, механизм действия, методы борьбы с ним»
- «Технологии безразборного повышения ресурса узлов трения машин и оборудования»
- «Классификация триботехнических составов и особенности их применения»
- «Виды триботехнических испытаний и их материальное оснащение»

