

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УТВЕРЖДЕНА  
протоколом заседания  
методической комиссии  
инженерно-экономического  
факультета № 4 от «19» мая 2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Теоретические основы трения и износа машин»**

Направление подготовки / специальность	<b>35.04.06 «Агроинженерия»</b>
Направленность(и) (профиль(и))	<b>«Технический сервис в АПК»</b>
Уровень образовательной программы	<b>Магистратура</b>
Форма(ы) обучения	<b>Очная, заочная</b>
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	<b>3</b>
Трудоемкость дисциплины, час.	<b>108</b>

Разработчик:

Профессор кафедры технического сервиса и  
механики

\_\_\_\_\_  
А.А. Гвоздев  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой технического сервиса и  
механики, доцент

\_\_\_\_\_  
В.В. Терентьев  
(подпись)

Иваново 2023

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цели и задачи дисциплины - дать магистранту комплекс знаний о контактном взаимодействии твердых тел при их относительном движении, охватывающий все многообразие вопросов трения, изнашивания и смазки машин, подготовить магистранта к решению задач повышения долговечности деталей и узлов машин конструктивными, технологическими, эксплуатационными мерами на основе знаний о трении и изнашивании; возможность создания на основе трибо- и нанотехнологий узлов трения машин с повышенным ресурсом; решение проблем водородного и абразивного изнашиваний; совершенствование и создание смазочных систем, практического применения технологии безразборного повышения ресурса узлов трения машин и оборудования.

## 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

дисциплины направления подготовки 35.03.06 – Агроинженерия

Обеспечиваемые  
(последующие)  
дисциплины

ГИА

### 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) компетенции
ПК-13. Способен выбирать наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания	ИД-1 <sub>ПК-13</sub> Выбирает и применяет наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания.	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 дисциплину.</b> Основные термины и определения. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники в России: учение о трении и изнашивании деталей; оптимизация конструктивных решений узлов трения; технологические методы повышения износостойкости деталей; эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин и механизмов. Инженерно-технические	2	-	-	2	УО	лекция-визуализация

	<p>проблемы триботехники: экономика и триботехника; создание безызносных узлов трения; разработка методов расчета деталей на износ; защита деталей от водородного изнашивания; совершенствование смазывания деталей и соединений; расширение применения ФАБО трущихся деталей; исследование электрических, магнитных, вибрационных явлений при изнашивании; подготовка инженерных кадров по триботехнике; экологические аспекты</p>						
2.	<p><b>Качество поверхности деталей.</b> Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности. Геометрия поверхности как функция процесса обработки. Остаточные напряжения. Структурные и фазовые превращения. Показатели качества поверхности. Пластическая деформация поверхностного слоя. <b>Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей.</b> Адгезия, диффузия, адсорбция и хемосорбция. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера). Пленки на металлических поверхностях. Взаимное контактирование деталей. Взаимное внедрение поверхностей.</p>	2	-	4	2	<i>УО, Р,Д</i>	лекция-визуализация
3.	<p><b>Классификация видов трения в узлах машин. Теории трения.</b> Общие аспекты. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная, вязкопластическая, контактно-гидродинамическая смазка. Трение при полужидкой смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Диаграмма Герси-Штрибека.</p>	2	-	4	3	<i>УО, КР</i>	лекция-визуализация и ЛПЗ

	Трение качения. Эффект аномально низкого трения. Нормальные и патологические процессы трения						
4.	<b>Классификация видов изнашивания рабочих поверхностей и формы проявления износа.</b> Абразивное, окислительное, усталостное, кавитационное, коррозионно-механическое, эрозионное, водородное, схватывание и заедание, фреттинг-коррозия, пластическая деформация, связь сопротивления усталости с трением и изнашиванием, распределение изнашивания между деталями, механизмы изнашивания металлов и полимеров. <b>Факторы, влияющие на трение и износ. Стадии изнашивания пар трения.</b>	2	-	8	3	УО	лекция-визуализация и ЛПЗ
5.	<b>Конструкторские методы повышения ресурса деталей и соединений. Материалы и структуры трущихся поверхностей деталей.</b> Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения. О расположении твердости материалов в парах трения. Прямые и обратные пары трения. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое. Принцип взаимного дополнения. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента. Разгрузка рабочих поверхностей. Замена в узлах трения машин трения скольжения трением качения (и наоборот). Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в подвижных соединениях.	2	-	4	4	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
6.	<b>Технологические методы повышения износостойкости деталей.</b> Физические,	2	-	4	4	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ

	химические, термохимические виды обработки рабочих поверхностей. Обкатка узлов трения машин, управление процессом приработки. Ускоренные методы обкатки.						
7.	<b>Смазывание деталей машин. Методы оценки, виды испытаний триботехнических характеристик конструкционных и смазочных материалов. Избирательный перенос металлов при трении (эффект безызносности Гаркунова).</b> Механизм переноса и его закономерности. Применение избирательного переноса в узлах трения машин и механизмов. Финишная антифрикционная безабразивная обработка стальных и чугунных деталей узлов трения (ФАБО)	2	-	6	5	<i>УО, Р,Д</i>	лекция-визуализация и ЛПЗ
8.	<b>Методы повышения износостойкости деталей и узлов машин в эксплуатации.</b> Роль смазочных материалов при трении и износе. Изменения свойств смазки и антифрикционных свойств узлов трения в эксплуатации. Классификация, механизм действия и применение триботехнических составов к жидким смазочным материалам и ПСМ (ТБВР) в процессе эксплуатации. <b>Перспективы и приоритетные направления развития триботехнических исследований.</b>	4	-	4	4	<i>УО, Р,Д</i>	лекция-визуализация и ЛПЗ

#### 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.	<p><b>Введение в дисциплину.</b> Основные термины и определения. Практические примеры решения задач триботехники. Сроки службы трущихся деталей машин. Убытки от трения и износа в машинах. Этапы развития триботехники в России: учение о трении и изнашивании деталей; оптимизация конструктивных решений узлов трения; технологические методы повышения износостойкости деталей; эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин и механизмов.</p> <p>Инженерно-технические проблемы триботехники: экономика и триботехника; создание безыносных узлов трения; разработка методов расчета деталей на износ; защита деталей от водородного изнашивания; совершенствование смазывания деталей и соединений; расширение применения ФАБО трущихся деталей; исследование электрических, магнитных, вибрационных явлений при изнашивании; подготовка инженерных кадров по триботехнике; экологические аспекты</p>	1	-	-	5	УО	лекция-визуализация
2.	<p><b>Качество поверхности деталей.</b> Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности. Геометрия поверхности как функция</p>	1	-	1	5	УО, Р,Д	лекция-визуализация

	<p>процесса обработки.  Остаточные напряжения.  Структурные и фазовые превращения. Показатели качества поверхности.  Пластическая деформация поверхностного слоя. <b>Физико-химические свойства поверхностей деталей и контактирование поверхностей.</b> Адгезия, диффузия, адсорбция и хемосорбция. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера). Пленки на металлических поверхностях. Взаимное контактирование деталей. Взаимное внедрение поверхностей.</p>						
3.	<p><b>Классификация видов трения в узлах машин. Теории трения.</b> Общие аспекты. Трение без смазочного материала. Трение при граничной смазке. Жидкостная, вязкопластическая, контактно-гидродинамическая смазка. Трение при полужидкой смазке. Режимы трения в подшипнике скольжения. Диаграмма Герси-Штрибека. Трение качения. Эффект аномально низкого трения. Нормальные и патологические процессы трения</p>	1	-	1	8	<i>УО, КР</i>	лекция-визуализация и ЛПЗ
4.	<p><b>Классификация видов изнашивания рабочих поверхностей и формы проявления износа.</b> Абразивное, окислительное, усталостное, кавитационное, коррозионно-механическое, эрозивное, водородное, схватывание и заедание, фреттинг-коррозия, пластическая деформация, связь сопротивления усталости с трением и изнашиванием, распределение изнашивания между деталями, механизмы изнашивания металлов и полимеров. <b>Факторы, влияющие на трение и износ. Стадии изнашивания пар</b></p>	0,5	-	2	8	<i>УО</i>	лекция-визуализация и ЛПЗ

	трения.						
5.	<p><b>Конструкторские методы повышения ресурса деталей и соединений. Материалы и структуры трущихся поверхностей деталей.</b> Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения. О расположении твердости материалов в парах трения. Прямые и обратные пары трения. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое. Принцип взаимного дополнения. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента. Разгрузка рабочих поверхностей. Замена в узлах трения машин трения скольжения трением качения (и наоборот). Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в подвижных соединениях.</p>	0,5	-	1	8	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
6.	<p><b>Технологические методы повышения износостойкости деталей.</b> Физические, химические, термохимические виды обработки рабочих поверхностей. Обкатка узлов трения машин, управление процессом приработки. Ускоренные методы обкатки.</p>	0,5	-	1	8	УО, КР	лекция-визуализация и ЛПЗ
7.	<p><b>Смазывание деталей машин. Методы оценки, виды испытаний триботехнических характеристик конструкционных и смазочных материалов. Избирательный перенос металлов при трении (эффект безызносности Гаркунова).</b> Механизм переноса и его закономерности. Применение избирательного переноса в узлах трения машин и механизмов. Финишная антифрикционная безабразивная обработка стальных и чугунных деталей узлов трения (ФАБО)</p>	0,5	-	1	8	УО, Р,Д	лекция-визуализация и ЛПЗ

8.	<b>Методы повышения износостойкости деталей и узлов машин в эксплуатации.</b> Роль смазочных материалов при трении и износе. Изменения свойств смазки и антифрикционных свойств узлов трения в эксплуатации. Классификация, механизм действия и применение триботехнических составов к жидким смазочным материалам и ПСМ (ТБВР) в процессе эксплуатации. <b>Перспективы и приоритетные направления развития триботехнических исследований.</b>	1	-	1	8	УО, Р,Д	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\*

\* Э – экзамен, З – зачет, ЗаО – зачет с оценкой.

##### 4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс	
	1	2	3	4
Лекции	16			
Лабораторные	34			
Практические	-			
Итого контактной работы	50			
Самостоятельная работа	58			
Форма контроля	3			

##### 4.2.2. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	3 курс
Лекции	6		
Лабораторные	8		
Практические	-		
Итого контактной работы	14		
Самостоятельная работа	94		
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 магистрантов 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 магистрантов 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. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызность: Учебник.-М.:МСХА,2001.-616 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Конструирование, изготовление и эксплуатация машин: Учебник.-М.:МСХА, 2002.- 623 с.
3. Ерохин М.Н. и др. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии. Учебное пособие.-М.:ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – 300 с.
4. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: Научное издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011.- 312 с.

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

1. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учеб. для вузов. Под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: Самарский ГТУ, 2000. – 268 с.
2. Основы трибологии (трение, износ, смазка)/Под ред. А.В. Чичинадзе. – М.:Машиностроение, 2001. – 310 с.
3. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. – М.: ЭКСМО, 2009.- 240 с.
4. Пула Ч. Нанотехнологии. - М.:Техносфера,2006. – 260 с.
5. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.- М.:ФИЗМАТЛИТ. – 2011. – 527 с.

6. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
7. Балабанов В.И. Безразборный сервис автомобиля. Обкатка, профилактика, очистка, тюнинг, восстановление. – М.: Известия, 2007. – 320 с.
8. Гнатченко И.И. Автомобильные масла, смазки, присадки. Справочник автомобилиста. – СПб.: Полигон-АСТ, 2000. – 359 с.
9. 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.
10. 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**
11. 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**
12. 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. Гвоздев А.А. Повышение ресурса узлов трения при ремонте и изготовлении сельскохозяйственной техники с использованием полимерных композиций. Монография.- Иваново: ИвГУ, 2019.- 256 с.
2. Исследование износостойкости материалов в условиях абразивного изнашивания : метод. указан. для вып. лаб. работ / А. А. Гвоздев. – Иваново: ИГСХА, 2008. – 34 с.
3. Инновационные технологии в механизации сельского хозяйства. Метод.пособие. Под ред А.А. Гвоздева.-Иваново: ИГСХА, 2010.- 36 с.

### **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)**

- 1) Операционная система типа Windows.
- 2) Интернет-браузеры.
- 3) Microsoft Office.
- 4) КОМПАС-3D («Аскон»), Компас-3D LT (свободно распространяемое ПО компании «Аскон»).

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

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Краткий перечень основного оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3.	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
4.	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
5.	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
6.	Учебная аудитория для проведения практических занятий	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
7.	Лаборатория триботехнических исследований	Ноутбук, проектор, экран, доска меловая; Машина трения СМТ-1, машина трения 77-МТ, приборы-самописцы серии КСП, прибор для измерения зазоров в подшипниках КИ-1223; плиты поперочные 250x250, 400x800; весы лабораторные ВЛР-200 и ВЛКТ-500; измерительный универсальный инструмент; верстаки с тисками; линейки лекальные, поперочные; твердомеры по Бриннелю, Роквеллу, Виккерсу, шкафы термические, станок горизонтально-фрезерный 6Н81, станок вертикально-сверлильный НС-12, пресс гидравлический, станок плоскошлифовальный, станок токарно-винторезный 1А616, микроскоп С-11, рН-метр, инструменты для разборки-сборки (наборы).
8.	Компьютерный класс	ПК и программное обеспечение

**Приложение № 1**  
к рабочей программе по дисциплине  
**Теоретические основы трения и износа машин**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Теоретические основы трения и износа машин»**

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

**1.1. Очная форма**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля *	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-13. Способен выбирать наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания	ИД-1 <sub>ПК-13</sub> Выбирает и применяет наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания.	<i>УО, КР, З, Р, Д</i>	Комплект вопросов к зачету, контрольной работе и устному опросу

\* Указывается форма контроля. З – зачет.

**1.2. Заочная форма**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля *	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-13. Способен выбирать наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания	ИД-1 <sub>ПК-13</sub> Выбирает и применяет наиболее эффективные методы повышения ресурса деталей машин с учетом закономерностей их контактного взаимодействия и изнашивания.	<i>УО, КР, З, Р, Д</i>	Комплект вопросов к зачету, контрольной работе и устному опросу

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

## 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 незначительными 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 практических задач	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
Уровень сформированности 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. Основные термины и определения.
2. Практические примеры решения задач триботехники.
3. Сроки службы трущихся деталей машин и бытки от трения и износа в машинах.
4. Этапы развития триботехники в России.
5. Учение о трении и изнашивании деталей.
6. Оптимизация конструктивных решений узлов трения.
7. Технологические методы повышения износостойкости деталей.
8. Эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин и механизмов.
9. Инженерно-технические проблемы триботехники: экономика и триботехника.
10. Создание безыносных узлов трения.
11. Защита деталей от водородного изнашивания.
12. Совершенствование смазывания деталей и соединений.
13. Расширение применения ФАБО трущихся деталей.
14. Экологические аспекты в триботехнике.
15. Молекулярно-механическая теория трения была выдвинута каким автором?
16. Каким парам трения в практике нормальной эксплуатации свойственны граничные условия смазывания (примеры из практики)?
17. Какому соединению в практике нормальной эксплуатации характерно жидкостное трение?
18. Коррозионно-механическое (окислительное) изнашивание свойственно каким деталям и соединениям?
19. Инструментальное обеспечение триботехнологий.
20. В разработке основ гидродинамической теории трения принимали участие какие авторы?
21. Сила трения по молекулярно-механической теории рассчитывается по какой формуле?

22. Дайте определение понятию «изнашивание»?
23. Для количественной оценки процесса изнашивания деталей применяются какие показатели?
24. Открытие явления избирательного переноса при трении (эффект безызносности) принадлежит авторам?
25. Примеры триботехнологий в сельскохозяйственном машиностроении и техническом сервисе.
26. К твердым смазкам, имеющим слоисто-решетчатую пластинчатую структуру, относятся какие?
27. У каких деталей в процессе эксплуатации отсутствует этап обкатки (приработки)?
28. Диаграмма Герси-Штрибека показывает какую зависимость?
29. Эффективными способами уменьшения водородного изнашивания являются какие?
30. В борьбе с абразивным изнашиванием деталей будет достигнут минимальный эффект при наплавке, напылении, напекании или наклёпе?
31. Машина трения 2070 СМТ-1 позволяет регистрировать какие параметры?
32. Назовите приоритетные направления развития триботехнологических исследований.
33. Машина трения 2070 СМТ-1 позволяет вести запись каких параметров?
34. Машина трения 2070 СМТ-1 способна реализовать какие схемы контактирования деталей пар трения?
35. Какая пара трения способна работать в условиях жидкостного, граничного и сухого трения?
36. Какие пары трения способны работать только в условиях граничного и сухого трения и не способны реализовать условия жидкостного?
37. Лабораторными, стендовыми и эксплуатационными испытаниями доказано ли, что избирательный перенос металлов при трении защищает поверхности деталей от абразивного износа?
38. Водородное изнашивание деталей проявляется в каком виде?
39. При проведении лабораторных и стендовых испытаний по сравнительной оценке поведения антифрикционных материалов широко применяют какие экстремальные условия?
40. Каков механизм действия присадок группы реметаллизантов?
41. Каков механизм действия присадок группы геотрибомодификаторов?
42. Интенсивность изнашивания деталей рассчитывается по какой формуле?
43. Жидкостное трение в зависимости от способа создания давления в несущем слое имеет какие разновидности?
44. Перспективными направлениями в снижении абразивного изнашивания деталей сельскохозяйственной техники являются какие?
45. Согласно диаграммы Герси-Штрибека при смазывании каким видом масла пара трения «вал-втулка» быстрее (при меньшей скорости вращения) перейдет в режим жидкостного трения?
46. Как влияет наличие сервовитной пленки на поверхности деталей на фактическую площадь их контакта и изменение удельных нагрузок в узле?
47. Скорость износа детали рассчитывается по какой формуле?
48. К основным триботехническим характеристикам относятся какие?
49. Зависимость износа от шероховатости поверхности имеет какой вид?
50. Зависимость износа от твердости поверхности детали имеет какой вид?
51. Зависимость износа от удельной нагрузки на узел трения имеет какой вид?
52. Зависимость износа от скорости скольжения в узле трения имеет какой вид?
53. Что опаснее для узлов трения скольжения в эксплуатации?
54. Последствия какого события в эксплуатации ДВС сложнее устранить (а порой просто не возможно) – попадание в моторное масло дизельного топлива, воды, тосола, антифриза?
55. Какой из коленчатых валов ДВС в эксплуатации разрушится быстрее закаленный на всю глубину или только на поверхности?
56. Зависимость износа ЦПГ ДВС от температуры прогрева двигателя имеет какой вид?
57. Какими разделами представлена наука «Трибология»?
58. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «шейка коленчатого вала ДВС – вкладыш» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?
59. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «кулачок распределительного вала – толкатель» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?
60. Виды трения, свойственные для подшипника скольжения «поршневое кольцо – гильза цилиндра ДВС» в процессе нормальной (штатной) эксплуатации?

61. Коэффициент трения (момент трения, сила трения) в парах трения скольжения в вакууме и на воздухе изменяется ли?
62. Высокая прочность сцепления (адгезия) тефлоно-молибденового покрытия в составе металлофторопластовой ленты достигается за счет чего?
63. Гидростатический способ создания жидкостного трения нашел применение в каких узлах?
64. Диаграмма Герси-Штрибека имеет какой вид?
65. 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?
66. Компрессоры промышленных и бытовых холодильников безотказно эксплуатируются десятилетиями за счет чего?
67. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе металлоплакирующих составов
68. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе кондиционеров металлов
69. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе полимеросодержащих составов
70. Примеры присадок и добавок к маслам, относящихся к группе геотрибомодификаторов.
71. Каков механизм действия слоистых модификаторов трения?
72. Каков механизм действия металлоплакирующих составов?
73. Каков механизм действия кондиционеров металлов?
74. Каков механизм действия полимерных присадок?
75. Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии. Шероховатость поверхности.
76. Геометрия поверхности как функция процесса обработки. Остаточные напряжения.
77. Структурные и фазовые превращения. Показатели качества поверхности.
78. Адгезия, диффузия, адсорбция и хемосорбция.
79. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).
80. Пленки на металлических поверхностях.
81. Взаимное контактирование деталей. Взаимное внедрение поверхностей.
82. Классификация видов трения в узлах машин.
83. Теории трения.
84. Трение без смазочного материала.
85. Трение при граничной смазке.
86. Жидкостная, вязкопластическая, контактно-гидродинамическая смазка.
87. Режимы трения в подшипнике скольжения.
88. Трение качения. Эффект аномально низкого трения.
89. Правила сочетания материалов. Методика подбора материалов пар трения.
90. О расположении твердости материалов в парах трения. Прямые и обратные пары трения.
91. Пористость материала в объеме и в поверхностном слое.
92. Принцип взаимного дополнения.
93. Замена внешнего трения внутренним трением упругого элемента.
94. Замена в узлах трения машин трения скольжения трением качения (и наоборот).
95. Учет температурных деформаций трущихся деталей. Зазоры в подвижных соединениях.

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

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 устно-письменной форме. Для подготовки ответа на вопросы магистранту отводится один академический час. Если по результатам ответа у магистранта выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к зачету магистрант должен набрать не менее 36 баллов в течение семестра, т.е. не менее 60% баллов от максимального. Магистранты, набравшие в течение семестра более 60 баллов, могут быть освобождены от зачета. Максимальное число баллов, которое магистрант может набрать на зачете 40

баллов. Магистрант считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на зачете он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные магистрантом в течение семестра, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (зачета), и выводится итоговая оценка, которую магистрант получает на зачете. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

магистрант набрал менее 60 баллов – оценка «не зачтено»;

магистрант набрал 60 – 74 баллов – оценка «зачтено»;

магистрант набрал 75 – 89 баллов – оценка «зачтено»;

магистрант набрал 90 – 100 баллов – оценка «зачтено».

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

«Классификация видов изнашивания и практические их примеры в технике»

«О расположении по твердости материалов в парах трения, преимущества и недостатки, применение в технике»

«Гидростатический и гидродинамический способы создания жидкостного трения, суть и применение в технике»

«Реметаллизанты и металлоплакирующие триботехнические составы: механизм действия, преимущества и недостатки»

«Кондиционеры металлов и полимеросодержащие присадки: состав, механизм действия, преимущества и недостатки»

«Методы повышения износостойкости деталей и соединений машин в эксплуатации»

«Водородное изнашивание: источники, причины, механизм действия, методы и способы снижения и борьбы с ним»

«Технологии производства и обработки конструкционных материалов»

«Технологии безразборного повышения ресурса узлов трения машин и оборудования»

«Технологические методы повышения долговечности деталей и соединений машин»

«Инструментальное обеспечение триботехнологий»

«Классификация триботехнических составов и особенности их применения»

«Геомодификаторы трения: состав, механизм действия, преимущества и недостатки, примеры использования в технике»

«Триботехнологии в сельскохозяйственном машиностроении и техническом сервисе»

«Виды триботехнических испытаний и их материальное оснащение»

«Перспективы развития триботехнологических исследований»