

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 09.04.2024 14:38:20  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики им. В.П. Горячкина

Е.П. Парлюк

2023 г.



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«ФТД.04 Нано-трибо-составы в агроинженерии»**

для подготовки бакалавриата

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Технический сервис в АПК

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022 г

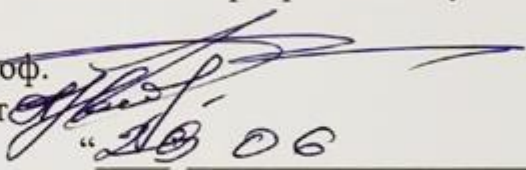
Курс 3

Семестр 5

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Составители: Гайдар. С.М., д.т.н., проф.

Пикина А.М., ассистент

  
"20" 06

2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии машиностроения протокол № 19 от

"30" 06 2023 г.

Зав. кафедрой материаловедения

и технологии машиностроения



д.т.н., проф. С.М.Гайдар

**Лист актуализации принят на хранение:**

Зав. выпускающей кафедрой



А.С. Апатенко

"28" 08

2023 г.



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина**  
Кафедра «Материаловедение и технология машиностроения»



Утверждаю:  
И.о. директора Института механики и  
энергетики им. В.П. Горячкина  
Чарлюк Е.П.

20 09 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ФТД.04 Нано-трибо-составы в агроинженерии**

для подготовки бакалавров

ФГОСВО

Направление 35.03.06. Агроинженерия  
Направленности: Цифровые технические системы в агробизнесе  
Курс 2  
Семестр 4

Форма обучения заочная

Год начала подготовки 2022 г.

Москва, 2022

Разработчики:

Гайдар С.М., д.т.н., профессор

Пикина А.М., ассистент

«2» 09 2022.

«2» 09 2022

Рецензент Казанцев С.П., д.т.н., профессор

«2» 09 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06. – Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Материаловедение и технология машиностроения» протокол № 1 от «2» 09 2022.

Зав. кафедрой Гайдар С.М., д.т.н., профессор

«2» 09 2022

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики протокол № 2 от 15.08.2022г.

2022г.

«28» 08 2022г.

Заведующий выпускающей кафедрой «Тракторы и автомобили» Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

«28» 08 2022г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

«28» 08 2022г.

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>13</b>
<b>6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	13
ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, .....	16
ОПИСАНИЕ ШКАЛОЦЕНИВАНИЯ .....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
<b>ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>16</b>
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>17</b>
7.3 Нормативные правовые акты .....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>18</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>19</b>

## АННОТАЦИЯ

**Рабочей программы учебной дисциплины ФТД.04.«Нано-трибо-составы в агроинженерии» для подготовки бакалавров по направлению 35.03.06Агроинженерия.**

**Целью освоения дисциплины «Нано-трибо-составы в агроинженерии»** является усвоение студентами знаний по основам трибологии и триботехники, чтобы они могли на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации техники назначать мероприятия по обеспечению долговечности узлов трения машин и оборудования. Студенты должны владеть способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, владением логическими методами и приемами научного исследования в данной области, способностью и готовностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК , а также способностью к проектной деятельности на основесистемногоподхода,умениемстроитьииспользоватьмоделидляописания ипрогнозированияразличныхявлений,осуществлятьихкачественныйиколичественный анализ.

**Место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина «Нано-трибо-составы в агроинженерии» включена в факультативную часть дисциплин по выбору учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2;УК-1.5.

**Краткое содержание дисциплины:** Основной задачей дисциплины является изучение основных трибологических закономерностей для решенияконкретныхконструкторских,технологическихиэксплуатационныхзадач ,связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах, а также целенаправленный выбор материалов с необходимым и физико-механическими

свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях.

Программой дисциплины «Нано-трибо- составы в агроинженерии» предусматривается изучение общих вопросов трения, износа и смазки трибосопряжений машин; приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации технологических машин и оборудования, анализа причин износа основных трибосопряжений машин и путей повышения их износостойкости.

Общая трудоемкость дисциплины: 72 часа (2 з.е.).

Промежуточный контроль: зачет.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Нано-трибо-составы в агроинженерии» является усвоение студентами знаний по основам трибологии и триботехники стем, чтобы они могли на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации техники назначать мероприятия по обеспечению долговечности узлов трения машин и оборудования. Студенты должны владеть способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, владением логическими методами и приемами научного исследования в данной области, способностью и готовностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК , а также способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умением строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ.

Целью освоения дисциплины «Нано-трибо-составы в агроинженерии» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к использованию мультимедийных технологий, изучению основ дисциплины с применением современных цифровых инструментов.

**Задачи освоения дисциплины.** Основной задачей освоения дисциплины является изучение основных трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах, а также целенаправленный выбор материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе.**

Дисциплина «Нано-трибо-составы в агроинженерии» является дисциплиной факультативной части учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия и непосредственно связана с дисциплинами «Химия», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины» и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Рабочая программа дисциплины «Нано-трибо-составы в агроинженерии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

Общий объем всех видов учебных занятий по дисциплине «Нано-трибо-составы в агроинженерии» составляет 72 часа (2 зачетных единицы). По результатам изучения дисциплины проводится промежуточный контроль в форме зачета с оценкой.

## **Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.



## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Основные методы анализа и декомпозиции научных задач, в том числе с применением современных цифровых инструментов	Анализировать поставленные научные и технические задачи, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов.	Методами и приемами анализа и декомпозиции сложных научных задач, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, World.
			УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	Основные научные и научно-технические базы данных, необходимые для поиска информации, в том числе с применением современных цифровых инструментов.	Находить и анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	Методологией сравнительного анализа данных, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, World.
			УК-1.5. Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	Возможные варианты решения типичных задач, в том числе с применением современных цифровых инструментов.	Обосновывать варианты решений поставленных задач, посредством электронных ресурсов, официальных сайтов.	Способностью предлагать варианты решения поставленной задачи и оценивать их достоинства и недостатки, навыками обработки и интерпретации информации с помощью

						програмных продуктов Excel, World.
--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.**

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час.
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>6,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>6,25</b>
<i>В том числе:</i>	
<i>лекции(Л)</i>	-
<i>Практические занятия(ПЗ)</i>	6
<i>Лабораторные работы(ЛР)</i>	
<i>Курсовая работа(проект)(КР/КП)(консультация, защита)</i>	
<i>Консультации перед экзаменом</i>	
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25
<b>2. Самостоятельная работа(СРС)</b>	<b>61,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка(проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным, практическим занятиям и т.д.)</i>	57,75
<i>Подготовка к зачёту(контроль)</i>	4
Вид промежуточного контроля:	зачёт

**Содержание дисциплины**

Содержание учебной дисциплины направлено на достижение цели изучения дисциплины и формирование у обучающихся общих профессиональных и профессиональных компетенций. Тематика учебной дисциплины представлена в тематическом плане учебной дисциплины.

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин(укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел1«Свойства поверхности Деталей машин»	11		1			10
Раздел2«Рабочие поверхности Деталей и их контактирование»	11		1			10
Раздел3«Трение и изнашивание Деталей и рабочих органов машин»	11		1			10
Раздел4«Изнашивание рабочих поверхностей»	11		1			10
Раздел5«Смазывание деталей машин»	11		1			10
Раздел 6 «Методы повышения износостойкости. Фрикционные и Антифрикционные материалы»	12,75		1			11,75
Контактная работа на Промежуточном контроле(КРА)	0,25				0,25	
<b>Всего за семестр</b>	72		6		0,25	61,75
<b>Итого по дисциплине</b>	72		6		0,25	61,75

Раздел1.Свойства поверхности деталей машин. Строение кристаллических твердых тел. Природа сил, действующих между атомами поверхностей. Избыточная энергия поверхностного слоя. Химическая активность поверхностного слоя. Влияние механической обработки и трения на свойства поверхностного слоя. Механические свойства поверхностного слоя. Основные физические методы исследования поверхностей.

Раздел2.Рабочие поверхности деталей и их контактирование. Характеристики микрогеометрии поверхностей и методы их оценки. Кривая опорной поверхности. Контактная деформация микровыступов. Площадь контакта шероховатых поверхностей. Методы определения фактической площади контакта и сближения при различных видах деформации.

Раздел 3. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин. Молекулярно-механическая теория трения. Усталостная теория износа. Виды трения в узлах машин. Трение скольжения. Трение качения.

Раздел4.Изнашивание рабочих поверхностей. Виды изнашивания(основные понятия и определения в соответствии с ГОСТ 27674. Механизмы изнашивания. Механическое изнашивание. Коррозионно-

механическое

изнашивание.

Усталостное изнашивание. Абразивное изнашивание. Гидроэрозионное (газоэрозионное) изнашивание. Гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание. Кавитационное изнашивание. Изнашивание при заедании. Окислительное изнашивание. Изнашивание при фреттинге. Изнашивание при фреттинге-коррозии. Электроэрозионное изнашивание.

Раздел 5. Смазывание деталей машин. Жидкие смазочные материалы. Действие смазочного материала при жидкостном трении. Действие смазочного материала при граничном трении. Пластичные смазочные материалы. Твердые смазочные материалы.

Раздел 6. Методы повышения износостойкости. Фрикционные и антифрикционные материалы. Фрикционность и антифрикционность. Природа фрикционности и антифрикционности. Эксплуатационные требования, предъявляемые к фрикционным и антифрикционным материалам. Фрикционные материалы. Антифрикционные материалы. Основные способы повышения долговечности узлов трения. Конструктивные способы. Технологические способы. Эксплуатационные способы.

### Лекции, лабораторные и практические занятия.

Таблица 4

### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Свойства поверхности деталей машин.</b>				
	Тема 1.1. Физико-механические свойства поверхностей.	Лекция № 1 Введение в триботехнику. Основные физико-механические свойства поверхности.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		2
		Практическое занятие № 1. Определение механических свойств конструкционных материалов, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Устный опрос	4
		Лабораторная работа № 1 Твердость и методы ее определения.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Защита лабораторной работы	4
2	<b>Раздел 2. Рабочие поверхности деталей и их контактирование.</b>				

	Тема 2.1. Общие сведения о поверхности детали и ее геометрии	Лекция №2 Показатели качества поверхностей трибосопряжений.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		2
		Лабораторная работа №2. Определение шероховатости поверхности, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Защита лабораторной работы	4
<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/лабораторных/практических/семинарских занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контроля мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
3.	<b>Раздел 3. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин.</b>				
	Тема 3.1. Общие сведения	Лекция №3 Механизм изнашивания металлических поверхностей, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		2
	трении.	Лабораторная работа №3 Трение без смазочного материала.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Защита лабораторной работы	4
		Лабораторная работа №4 Трение при граничной смазке, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Защита лабораторной работы	4
4.	<b>Раздел 4. Изнашивание рабочих поверхностей.</b>				
	Тема 4.1. Виды изнашивания рабочих поверхностей.	Лекция № 4 Общие сведения о видах изнашивания рабочих поверхностей.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		2
		Практическое занятие №2. Абразивное изнашивание, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Устный опрос	2
		Практическое занятие №3. Механическое изнашивание	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Устный опрос	2
5.	<b>Раздел 5. Смазывание деталей машин.</b>				
	Тема 5.1. Основные	Лекция № 5 Физико-химические характеристики смазочных материалов.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		1

	смазывающие материалы и их характеристики.	Лабораторная работа №5. Выбор смазочных материалов.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Защита лабораторной работы	4
б.	<b>Раздел 6. Методы повышения износостойкости. Фрикционные и антифрикционные материалы.</b>				
	Тема 6.1. Технологические способы повышения износостойкости деталей.	Лекция №6 Зависимость износостойкости деталей от качества сопрягаемых поверхностей.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.		1
		Практическое занятие №4. Термическая обработка поверхностей деталей, с использованием современных цифровых инструментов, таких как Google, Miro, Kahoot.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	Устный опрос	2

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью приведенных в таблице 5 контрольных вопросов.

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Свойства поверхности деталей машин.</b>		
1.	Тема 1.1. Физико-механические свойства поверхностей.	Сущности задачи науки о трении. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
<b>Раздел 2 Рабочие поверхности деталей и их контактирование.</b>		
2.	Тема 2.1. Общие сведения о поверхности детали и ее геометрии.	Трение в плоских направляющих для поступательного движения. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
<b>Раздел 3. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин.</b>		
3.	Тема 3.1. Общие сведения о трении.	Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
		Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельными осями. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
<b>Раздел 4. Изнашивание рабочих поверхностей.</b>		
4.	Тема 4.1. Виды изнашивания рабочих поверхностей.	Поверхностное пластическое деформирование как метод повышения трибологических свойств. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
<b>Раздел 5. Смазывание деталей машин.</b>		
5.	Тема 5.1. Основные смазывающие материалы и их характеристики.	Общие требования к смазочным материалам. Классификация смазочных материалов. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
		Выбор типа смазочного материала в зависимости от условий работы узлов трения. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
		Структура жидких смазочных материалов (масел) основа масел, функциональные присадки. УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.
<b>Раздел 6. Методы повышения износостойкости. Фрикционные и антифрикционные материалы.</b>		



	Тема 6.1. Технологические способы повышения износостойкости деталей.	Химико-термические поверхностей деталей УК-1.1; УК-1.2; УК-1.5.	обработка
--	---	---	-----------

## 5. Образовательные технологии

Используются как традиционная (объяснительно-иллюстративная), так и инновационные технологии обучения: проблемное; активное; контекстное; информационное обучение (компьютерные, интерактивные, мультимедийные и т.п.).

Таблица 6

### Примеры применения активных и интерактивных образовательных технологий по дисциплине

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Введение в триботехнику. Основные физико-механические свойства поверхности.	Л	активные (проблемные) лекции
2.	Твердость и методы ее определения.	ЛР	Лабораторные опыты, самостоятельная работа по обработке экспериментальных данных.
3.	Определение механических свойств конструкционных материалов.	ПЗ	практические занятия действия по инструкции (алгоритму)
4.	Показатели качества поверхностей трибосопряжений.	Л	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов.
5.	Механизм изнашивания металлических поверхностей.	Л	Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов.
6.	Трение без смазочного материала.	ЛР	Лабораторные опыты, самостоятельная работа по обработке экспериментальных данных.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков (или) опыта деятельности**

**Темы для рефератов:**

1. Абразивное изнашивание. Адгезионное изнашивание.
2. Износ как перенос материала из зоны трения.
3. Влияние фрикционных колебаний на прочность деталей.

4. Причины фрикционных автоколебаний и их проявления в технике.
5. Вязкоупругие свойства эластомеров. Релаксация напряжений и диссипация энергии в вязкоупругом материале.
6. Дефекты кристаллического строения и их общие свойства. Макроструктура твердых тел (поликристаллы). Аморфные структуры твердых тел.
7. Деформации упругого полупространства под влиянием поверхностных сил.
8. Теория контактного взаимодействия Герца. Контакт упругих тел с искривленной поверхностью.
9. Деформация упругого полупространства под действием сосредоточенной и распределенной силы. Касательная контактная задача при отсутствии проскальзывания.
10. Деформация упругого полупространства под действием сосредоточенной и распределенной силы.
11. Касательная контактная задача с учетом микропроскальзывания.
12. Зависимость коэффициента трения от различных условий:  
продолжительности контакта, нормальной силы, шероховатости поверхности контакта, скорости скольжения.
13. Теория Боудена и Тейбора.
14. Зависимость коэффициента трения от температуры.  
Температурные всплески в микроконтакте. Термомеханическая неустойчивость.
15. Закон Кулона. Трение покоя и трение скольжения. Угол трения.
16. Физическая природа сил трения: механическое сопротивление, действие электромагнитных сил. Коэффициент трения.
17. Контакт твердого тела с упругим полупространством.  
Теория нормального контактного взаимодействия адгезией Джонсона.
18. Контактные взаимодействия упругих тел при качении.  
Распределение напряжений в месте контакта тел при качении.
19. Кристаллическая структура твердых тел. Виды кристаллов и их механические свойства. Полиморфизм. Свободная поверхность.
20. Критическое затухание и оптимальное подавление скрипа.  
Активное подавление фрикционных колебаний (скрипа).
21. Модель контактного взаимодействия Гринвуда и Вильямсона.
22. Пластическая деформация шероховатостей. Электрические контакты. Тепловые контакты.

**Вопросы для устного опроса и к защите лабораторных работ: Тема 1.1.**

- Этапы развития триботехники в России.
- Практические примеры решения задач триботехники.

### **Тема 2.1.**

- Основные показатели качества поверхности.
- Физико-механические свойства деталей машин и методы их определения.

### **Тема 3.1.**

- Трение качения.
- Виды трения в присутствии смазки.

### **Тема 4.1.**

- Классификация видов изнашивания рабочих поверхностей.
- Молекулярно-механическое изнашивание поверхности.

### **Тема 5.1.**

- Металлоплакирующие смазочные материалы.
- Конструктивные особенности смазочных систем.

### **Тема 6.1.**

- Разделение материалов пар трения по назначению
- Численные критерии работоспособности материалов в парах трения

### **Перечень вопросов, выносимых на счет:**

1. Как называется пара трения, если подвижный элемент имеет более высокую твердость и большую площадь, чем неподвижный:  $H_p > H_n; S_p > S_n$  ?
2. Какой вид изнашивания характерен при работе шестеренного масляного насоса в гидросистемах автомобилей?
3. Какой вид контактирования рассматривается как недопустимый при работе пары трибосопряжения?
4. Какой вид контактирования поверхностей вызывает минимальную величину интенсивности износа?
5. Смазочные материалы какого вида наиболее эффективно снижают коэффициент трения?
6. Как изменяется скорость изнашивания на стадии приработки?
7. В каком случае развивается фреттинг-процесс?
8. Какое сочетание свойств материалов не рекомендуется при выборе материалов трущихся изделий?
9. Каким свойством обладают изделия, изготовленные из стали ШХ15?
10. Для изготовления каких изделий используется сплав Б83?
11. Что можно отнести к недостаткам баббитов?
12. Какая структурная составляющая серых чугунов обеспечивает им хорошие антифрикционные свойства?
13. В результате чего происходит повышение твердости поверхностных слоев изделий при поверхностном пластическом деформировании?
14. Как зависит глубина упроченного слоя при закалке ТВЧ от частоты переменного тока?
15. Какой вид химико-термической обработки вызывает наряду с повышением износостойкости повышение коррозионной стойкости?
16. Как влияет нанесение гальванических покрытий на усталостную прочность?

очность?

17. Чем обусловлено водородное изнашивание?

18. Укажите стадии концентрации водорода в стальном образце.

19. Тенденции дальнейшего совершенствования смазывания?

20. Современные инженерно-технические проблемы трибологии?

21. При каких условиях площадь фактического контакта поверхностей возрастает.

22. Чем определяется площадь фактического контакта при сопряжении двух различных материалов?
23. По каким критериям проверяют правильность выбора материалов для деталей узлов трения?
24. Каков механизм образования серповидной пленки в паре трения бронза-сталь при избирательном переносе в системах охлаждения машин?

**Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкалы оценивания.**

**Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 8

Оценка	Критерий оценивания
Пороговый уровень «зачет» (удовлетворительно)	оценку «зачет», заслуживает студент, полностью или частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне - достаточный или выше.
Минимальный уровень «незачет» (неудовлетворительно)	оценку «незачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, не сформированы.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература:**

1. Быченин, А. П. Триботехника и триботехнологии : учебное пособие /А. П. Быченин, О. С.Володько. — Самара :СамГАУ, 2018 — 247 с. —ISBN 978-5-88575-510-8. — Текст :электронный // Лань : электронно-библиотечная система.—[URL:https://e.lanbook.com/book/109458](https://e.lanbook.com/book/109458)

2. Жданов, А. Г. Основы триботехники. Смазочные материалы и рабочие жидкости, применяемые в подъемно-транспортных и дорожных машинах: учебное пособие/А.Г.Жданов,Н.В.Назарова, В.П. Малышев. — Самара :СамГУПС,2011—126с.—Текст :электронный // Лань : электронно-

### **Дополнительная литература:**

1. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника): Учебник для технических вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. - М.: «Машиностроение», 2003. - 576с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника. (Пособие для конструктора) / Д. Н. Гаркунов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1999. - 336с.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность: Учебник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: «Издательство МСХА», 2001. - 616с.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Конструирование, изготовление и эксплуатация машин [Текст] / Д. Н. Гаркунов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МСХА, 2002. - 632с..

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 3.1118–82 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.
2. ГОСТ 2.106–68 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
3. ГОСТ 2.105–95.ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. 4. ГОСТ 2.004–88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
5. ГОСТ 2.301–68 Единая система конструкторской документации. Форматы.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. <http://www.agroportal.ru> агропортал, информационно-поисковая система АПК (открытый доступ).
2. <http://www.edu.ru> Российское образование. Федеральный портал (открытый доступ).
3. <http://www.cnsnb.ru/> Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (открытый доступ).

4. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ).
5. <http://www.youtube.com/>-видеохостинг(открытый доступ).

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Таблица 10

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)		Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2	3
23 учебный корпус, лаборатории № 28, 29		ПК с выходом в интернет и пакетом Microsoft Office (210104000005135), проектор Хитачи (210134000002198), колонки, плакаты.
23 учебный корпус, лаборатории № 12		Машина Трения МТУ-01 (210134000002457), Машина Трения ИИ5018 (210134000001964), Электронный блок МТУ-01 (410134000001557), комплект металлических образцов для машины трения, моторные и синтетические смазочные масла.
23 учебный корпус, лаборатории № 3		Комплекс анализа металлографических образцов (410124000602921), Твердомер ТР5014-01, Профилометр модели 130 (210134000002486).

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки Н.И. Железнова, включающая 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, интернет – доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты для самоподготовки в общежитии №5, №4.

**10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа студентов по подготовке к лабораторным работам, практическим занятиям и устному опросу включает проработку и анализ



теоретического материала, и самоконтроль знаний по теме занятия с помощью контрольных вопросов.

В случае пропуска лекции необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

Для обработки лекции студент должен самостоятельно составить конспект пропущенного занятия и ответить на вопросы по теме.

Отработка пропущенных лабораторных и практических занятий, проводится в конце семестра (за неделю до зачетной недели) в часы после окончания занятий, согласно составленному и утверждённому кафедрой расписанию.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы

должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций.

При подготовке лекции важно временное планирование, определение четко по времени каждой структурной части лекции и строгое выполнение этого времени в аудитории. Чтобы загроможденность материалов вопросов плана лекции была более-менее равномерной, необходимо уже при этой работе определять места отсылки к самостоятельному изучению студентами части материала или повторения проблемы, вынесенной в лекцию.

При планировании лекционных вопросов необходимо хорошо продумать четко обозначить связь между раслагаемым в них материалом, чтобы лекция получилась логически выстроенной и органичной. Часть материала рационально давать через схемы, начерченные (лучше заранее) на доске.

При этом нужно помнить, что схема несет большую смысловую нагрузку и выстраивать ее необходимо продуманно и четко. В идеале, разумеется, необходимо использовать современные технические средства обучения, там, где позволяет обстановка аудитории. На доску целесообразно вынести основные термины и понятия темы.

Читая лекцию, желательно разделять в тексте вопросы плана, чтобы у студентов в конспекте выстроилась четкая структура материала, чтобы легче было ориентироваться в конспекте при подготовке к семинару и экзамену. Содержание вынесенных на доску основных терминов и понятий по ходу лекции необходимо обязательно раскрыть.

Основные положения и выводы лекции рекомендуется повторять, ибо они и есть каркас любого конспекта. Интонации голоса лектора должны быть рассчитаны на помещение и акустику лекционной аудитории, дикция

четкая, размеренная.

В лекционном материале должна быть связь с жизнью, особенно с современностью.

Закончить лекцию необходимо хорошо продуманным четким выводом.

Методические рекомендации преподавателю по проведению зачета как формы итогового контроля

Преподавателю следует четко продумать организационно начало зачета, а также обеспечить наличие и заполнение отчетной документации (ведомости, зачетных книжек студентов).

Студентов обязательно следует ознакомить с требованиями, предъявляемыми к периоду подготовки ответа, а также с критериями оценки ответа.

Важно, чтобы преподаватель мог создать на зачете атмосферу высокой требовательности и одновременно доброжелательности. Поставленные оценки необходимо комментировать, чтобы студент знал просчеты своего ответа и мог учесть ошибки в дальнейшей работе.

Основные методические рекомендации можно сформулировать так:

1. Отбор учебного материала в соответствии с программой.
2. Обеспечение усвоения материала на всех этапах на основе творческого применения дидактических принципов обучения.
3. Отбор наиболее целесообразных методов и методических приемов, а также организационных форм обучения.
4. Определение наиболее целесообразной системы обратной связи, в частности вопроса.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины ФТД 04 Нано-трибо-составы в агроинженерии ОПОП ВО по направлению 35.03.06. «Агроинженерия» и по направленностям: цифровые технические системы в агробизнесе (квалификация выпускника – бакалавр)

Казанцевым Сергеем Павловичем, профессором кафедры «Сопротивление материалов и детали машин», анализа и аудита ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук кафедры «Сопротивление материалов и детали машин» проведена рецензия рабочей программы дисциплины **Нано-трибо-составы в агроинженерии** ОПОП ВО для подготовки бакалавров по направлению **35.03.06. Агроинженерия**, по направленностей «Испытание и контроль качества машин и оборудования, цифровые технические системы в агробизнесе, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре «Материаловедение и технология машиностроения» (разработчики: Гайдаром С.М., д.т.н., проф., Пикиной А.М., асс.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины **«Нано-трибо-составы в агроинженерии»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 «Агроинженерия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.13.
3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 «Агроинженерия».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Материаловедение и технология конструкционных материалов» закреплено 3 компетенции:
5. Дисциплина **Нано-трибо-составы в агроинженерии** и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Дополнительная компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины **Нано-трибо-составы в агроинженерии**.
6. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
7. Общая трудоёмкость дисциплины **Нано-трибо-составы в агроинженерии** составляет 2 зачётные единицы (72ч).
8. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **Нано-трибо-составы в агроинженерии** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области электроэнергетики и электротехники в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.
9. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
10. Программа дисциплины «Материаловедение и технология машиностроения» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 «Агроинженерия».

12. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта (4 семестр), что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины факультативной части учебного цикла – ФТД 04 ФГОС ВО направления 35.03.06 – «Агроинженерия».

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой - Знаименования, периодическими изданиями - 6 источников со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 7 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 «Агроинженерия».

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **Нано-трибо-составы в агроинженерии** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **Нано-трибо-составы в агроинженерии** ОПОП ВО по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», по направленностям: Испытание и контроль качества машин и оборудования, цифровые технические системы в агробизнесе (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Гайдаром С.М., д.т.н., проф., Пикиной А.М. асс.кафедры материаловедения и технологии машиностроения соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Казанцев Сергей Павлович, профессор кафедры «Соппротивление материалов и детали машин», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.