

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»
Кафедра стандартизации, метрологии и технического сервиса

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета
та университета
(протокол №8 от 23 апреля 2025 г.)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
Р.А. Чмир
«23» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**«ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»**

Направление подготовки – 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Квалификация - магистр

Мичуринск, 2025 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) является приобретение знания в области трибологии (трения, износа и смазки), развитие навыков расчета, конструирования, испытания и эксплуатации узлов трения разного класса и назначения, а также создание комплекса организационных и технических мер, направленных на обеспечение экологической безопасности, минимизация негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности в промышленности на окружающую среду.

Задачи дисциплины:

1. На основе современных представлений механики ознакомление с процессом трения, который вызван взаимодействием сопряженных поверхностей твердых тел при относительном перемещении;
2. Получение необходимых сведений о триботехнических материалах (конструкционных и смазочных) и рациональных технологиях получения износостойких, антифрикционных и фрикционных покрытий и модифицированных поверхностных слоев на различных элементах узлов трения;
3. Изучение основных методов расчета сил, моментов и величин коэффициентов трения, а также методов оценки интенсивности изнашивания твердых тел при различных видах трения;
4. Ознакомление с основными методиками триботехнических испытаний и методами моделирования триботехнических процессов.

Профессиональная деятельность выпускников, освоивших программу магистратуры по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия направленность (профиль) Технологии и средства механизации сельского хозяйства, соответствует следующему профессиональному стандарту: профессиональный стандарт "Специалист в области механизации сельского хозяйства", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. N 340н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 июня 2014 г., регистрационный N 32609), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. N 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный N 45230)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» относится к ФТД. Факультативы Часть, формируемая участниками образовательных отношений (ФТД.В.01).

Курс базируется на дисциплинах: Методы испытаний сельскохозяйственной техники; Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве, Инженерное обеспечение технологических процессов в АПК. Является базой для таких дисциплин, как: Современные технологии и технические средства точного земледелия, Оптимизация режимных и конструктивных параметров технологического оборудования и прохождение производственной технологической (проектно-технологическая) практики.

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить *трудовые* функции и действия согласно профессиональному стандарту:

Трудовая функция - Разработка перспективных планов и технологий в области механизации и автоматизации процессов в сельскохозяйственной организации Е/01.7

Трудовые действия - Проектирование производственных участков технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники

Трудовые действия - Разработка планов модернизации оборудования, технического перевооружения сельскохозяйственной организации, внедрения средств комплекс-

ной механизации и автоматизации технологических процессов.

Освоение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
Тип задач профессиональной деятельности: проектный					
ПК-2 Способен организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	ИД-1 ПК-2 Организует на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	Не может организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	Слабо может организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	Хорошо может организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	Успешно может организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства
	ИД-2 ПК-2 Применяет информационно-коммуникационные технологии	Не может применять информационно-коммуникационные технологии	Слабо может применять информационно-коммуникационные технологии	Хорошо может применять информационно-коммуникационные технологии	Успешно может применять информационно-коммуникационные технологии и программные средства для

	и программные средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности	и программные средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности	и программные средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности	и программные средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности	решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности
--	---	---	---	---	--

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- теоретические основы трибологии;
- основные принципы расчета и конструирования антифрикционных и фрикционных узлов трения;
- основные компьютерные технологии моделирования для оптимизации технологических процессов производства новых материалов;
- информационные технологии;
- основные методы экспериментальных исследований в машиностроении.

Уметь:

- анализировать полученную информацию;
- самостоятельно решать технологические задачи на основе анализа существующих знаний и методик;
- решать комплексные проблемы на основе интеграции различных методов и методик с целью достижения определенного технологического результата;
- формулировать научно-технические задачи; систематизировать данные экспериментальных исследований и технологических процессов.

Владеть:

- основами использования специализированного программного обеспечения для решения профессиональных задач,
- навыками работы с литературными источниками и Internet-сайтами с использованием специализированных баз знаний;
- критическим подходом при анализе экспериментальных и технологических данных.

3.1 Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них профессиональных компетенций

№	Темы, разделы дисциплины	Компетенции	
		ПК-2	Общее количество компетенций
Раздел 1 Основы трибологии			
1.1	Введение в трибологию	+	1
Раздел 2 Триботехника			
2.1	Характерные узлы трения транспортных машин	+	1
2.2	Конструкционные материалы узлов трения	+	1
2.3	Смазывание и смазочные материалы	+	1
2.4	Технологические методы обеспечения высокой износостойкости узлов трения	+	1
2.5	Обеспечение надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации	+	1

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Количество ак. часов	
	очная форма обучения 3 семестр	заочная форма обучения 2 курс
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа с обучающимися, в т.ч.	28	6
Аудиторные занятия, из них:	28	6
лекции	14	2
практические занятия	14	4
Самостоятельная работа	44	62
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	24	34
выполнение индивидуальных заданий	10	14
подготовка к тестированию	10	14
Контроль	-	4
Вид итогового контроля	зачет	зачет

4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в ак. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
Раздел 1 Основы трибологии				
1.1	Введение в трибологию	2	2	ПК-2
Раздел 2 Триботехника				
2.1	Характерные узлы трения транспортных машин	2	-	ПК-2
2.2	Конструкционные материалы узлов трения	2	-	ПК-2

2.3	Смазывание и смазочные материалы	4	-	ПК-2
2.4	Технологические методы обеспечения высокой износостойкости узлов трения	2	-	ПК-2
2.5	Обеспечение надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации	2	-	ПК-2
	Итого	14	2	ПК-2

4.3 Практические занятия

	Наименование занятия	Объем в ак. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
Раздел 2 Триботехника				
2.1	Изучение микрогеометрии поверхности	2	-	ПК-2
2.2	Изучение изменений микрогеометрии в процессе контактного взаимодействия и её влияние на параметры трения	2	-	ПК-2
2.3	Изучение изнашивания твердых тел свободным абразивом	2	-	ПК-2
2.4	Оценка триботехнических свойств смазочных материалов	2	-	ПК-2
2.5	Получение статистической зависимости вида «износостойкость – свойство» по выборке экспериментальных данных	2	2	ПК-2
2.6	Расчет опоры сухого и граничного трения на ресурс	4	2	ПК-2
	Итого	14	4	

4.4 Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы	Объем в ак. часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 1 Основы трибологии	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	2
	Выполнение индивидуальных заданий	2	2
	Подготовка к тестированию	2	2
Раздел 2 Триботехника	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	20	32
	Выполнение индивидуальных заданий	8	12
	Подготовка к тестированию	8	12
Итого		44	62

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Кузнецов П.Н., Мишин М.М., Методические указания по выполнению контрольной работы обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», заочной формы

обучения дисциплины «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» [Электронный ресурс] / (утверждено протоколом заседания учебно-методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.) — Режим доступа: <http://moodle.mgau.ru/mod/assign/view.php?id=7781>

2. Кузнецов П.Н. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» для обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», [Электронный ресурс] / (утверждено протоколом заседания учебно-методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.) — Режим доступа: <http://moodle.mgau.ru/course/view.php?id=1104>

4.6 Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы

Выбор вопросов для написания контрольной работы по дисциплине «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин», для обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», заочной формы обучения.

Номер зачетной книжки		последняя цифра зачетной книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
предпоследняя цифра зачетной книжки	1	9	55	39	33	70	28	44	6	75	10
		4	36	35	7	49	52	61	68	57	11
		11	2	37	27	35	79	31	34	40	34
		54	42	69	67	27	33	11	29	23	39
	2	48	46	15	49	21	56	64	51	26	70
		42	52	2	72	23	5	55	60	21	51
		24	19	29	40	21	24	47	56	54	52
		72	60	61	50	47	53	57	10	48	42
	3	7	41	39	49	5	45	51	62	78	59
		13	23	29	59	78	57	26	68	78	30
		65	33	45	75	47	6	21	48	35	63
		40	14	29	62	36	79	33	77	36	58
	4	20	47	45	49	57	60	20	43	66	38
		64	44	56	72	41	58	5	66	21	27
		3	36	35	10	36	35	54	63	76	19
		33	11	20	27	77	6	9	33	73	31
	5	20	61	18	49	63	38	58	30	67	41
		32	9	27	8	24	77	38	33	8	64
		56	18	6	46	68	25	28	19	18	68
		79	14	66	6	23	36	11	76	28	13
	6	15	73	48	31	36	6	52	50	6	4
		20	4	76	6	63	29	75	15	24	4
		55	65	5	10	60	2	38	25	33	13
		14	8	71	12	30	24	50	74	33	6
	7	16	62	55	14	59	22	24	55	32	27
		64	66	44	51	63	13	20	4	67	41
		16	57	41	25	54	11	54	55	32	17
		73	3	60	77	62	48	67	25	15	21
	8	45	4	46	66	51	20	50	72	29	6

		4	53	76	58	16	16	26	43	33	73
		77	32	36	51	29	66	21	24	79	33
		24	66	77	31	28	60	43	51	44	56
	9	64	28	23	65	25	3	72	20	13	20
		40	28	42	22	75	54	44	22	55	18
		30	79	14	18	50	40	22	44	15	46
		63	60	26	16	35	52	54	34	10	3
	0	79	3	11	11	70	61	27	46	57	2
		23	28	70	58	35	29	38	76	29	20
		11	19	72	36	59	37	7	68	32	77
		42	61	8	34	72	56	41	16	30	10

1. Трение и износ – основные причины выхода из строя машин.
2. Методика и средства триботехнических испытаний.
3. Сроки службы трущихся деталей машин.
4. Перспективные направления в триботехнике.
5. Общие сведения о поверхности деталей и ее геометрии.
6. Поясните, что такое остаточные напряжения.
7. Структурные и фазовые превращения при трении.
8. Строение поверхностных слоёв твёрдых тел.
9. Какие дефекты кристаллической решетки Вы знаете?
10. Схема пластической деформации по дислокационному механизму.
11. Трение без смазочного материала.
12. Трение при граничной смазке.
13. Режим трения при жидкостной смазке.
14. Трение при полужидкостной смазке.
15. Преимущество смазочных масел перед твердыми смазочными материалами.
16. Трение качения. Чем объясняется сопротивление качению?
17. Дайте определение понятию «пара трения».
18. Семь групп пар трения. Охарактеризуйте каждую.
19. Что такое «поверхностная энергия»?
20. Какое явление называют адсорбцией. Виды адсорбции.
21. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера).
22. Особенности эффекта Ребиндера.
23. Процесс взаимного контактирования деталей при трении.
24. Взаимное внедрение поверхностей при трении.
25. Дайте определение понятиям: «пара трения», «узел трения», «износ», «интенсивность изнашивания», «скорость изнашивания», «износостойкость», «предельный износ»?
26. В чём выражается механическое взаимодействие поверхностей при трении? Молекулярное?
27. Влияние повышения температуры на поверхности деталей при трении.
28. Элементарные виды разрушения поверхностей трения.
29. Классификация видов изнашивания деталей пар трения.
30. Сущность водородного изнашивания и его механизм.
31. Этапы водородного изнашивания.
32. Туннельный эффект при трении.
33. Средства борьбы с водородным изнашиванием.
34. Отличия водородного изнашивания от водородного охрупчивания.
35. Защита деталей от водородного изнашивания.

36. Сущность процесса абразивного изнашивания.
37. Сущность процесса ударно-абразивного изнашивания.
38. Влияние влажности и агрессивности среды на абразивное изнашивание.
39. Влияние мелких абразивных частиц на износ
40. Когда происходит окислительное изнашивание?
41. В чём заключается изнашивание вследствие деформации?
42. В чём заключается изнашивание вследствие диспергирования?
43. В чём заключается изнашивание вследствие выкрашивания?
44. Что такое «коррозия», виды коррозии. Пассивирование.
45. Дайте определение понятию «кавитация». Виды кавитации.
46. Что такое «эрозия»? Эрозионное изнашивание.
47. Сущность процесса схватывания поверхностей при трении. Изнашивание при схватывании.
48. Объясните процесс соединения деталей вследствие роста окислов в зазоре.
49. Механизм изнашивания при фреттинг-коррозии.
50. Трещинообразование на поверхностях трения.
51. Выкрашивание. Условия начального и прогрессирующего выкрашивания.
52. Что такое отслаивание? Причины отслаивания материала при трении.
53. Избирательный перенос при трении. Безызносность. Механизм образования серво-витной пленки.
54. Многофакторная защита при трении от износа на примере ИП.
55. Дайте определение понятиям «адгезия» и «схватывание» поверхностей.
56. Сущность процесса ФАБО.
57. Приспособления для ФАБО.
58. Использование ФАБО с целью повышения ресурса машин.
59. Эффективность технологического процесса ФАБО.
60. Опыт применения ФАБО.
61. Назовите основные причины отклонений от номинального профиля реальных поверхностей твёрдых тел.
62. Какие виды отклонений от правильной геометрической формы поверхности вы знаете?
63. Перечислите основные параметры шероховатости.
64. Для чего строится кривая опорной поверхности?
65. Как строится кривая опорной поверхности?
66. Каков принцип действия профилограф-профилометра?
67. В чём заключаются недостатки и преимущества щупового метода измерения профиля?
68. Поясните смысл молекулярно-механической природы трения.
69. Дайте определение понятиям «адгезия» и «схватывание» поверхностей.
70. Какие составляющие определяет величину коэффициента трения скольжения?
71. Как определяется коэффициент трения скольжения экспериментальным путём?
72. Как влияет контактное давление на величину коэффициента трения скольжения?
73. В чём отличие износа от изнашивания?
74. Как определяется интенсивность линейного изнашивания?
75. В каких пределах изменяется интенсивность линейного изнашивания?
76. От каких факторов зависит интенсивность линейного изнашивания?
77. Как влияет интенсивность износа на долговечность?
78. Особенности конструкции машины трения.
79. Принцип действия машины трения.
80. Технологические способы повышения износостойкости деталей.

4.7 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Основы трибологии

Тема 1 Введение в трибологию

Проблемы трибологии. Триада трения Крагельского, регламентирующая процессы физико-химической механики, протекающие в областях контактного взаимодействия при трении и изнашивании. Силовые факторы; тепловые и температурные процессы; изменение структуры и разрушение областей взаимодействия твердых тел; влияние этих процессов на работоспособность узлов трения машин и их роль в технологических процессах. Исторические сведения о становлении и развитии трибологии. Основные отечественные и зарубежные научные трибологические школы. Основные направления исследований в области трибологии и триботехники.

Раздел 2 Триботехника

Тема 2 Характерные узлы трения транспортных машин

Основные узлы трения и изнашивание в двигателях внутреннего сгорания. Агрегаты шасси, трансмиссии и рулевого управления. Шины и проблемы движения колесных машин.

Тема 3 Конструкционные материалы узлов трения

Металлические антифрикционные материалы. Антифрикционные материалы, получаемые из порошков и пластмасс. Фрикционные материалы. Полимерные материалы. Материалы на основе полиимидов. Материалы на основе поликарбоната. Материалы на основе полиэтилена. Материалы на основе полиарилатов. Материалы на основе эпоксидных смол. Материалы на основе фенолформальдегидных полимеров (ФФП).

Тема 4 Смазывание и смазочные материалы

Назначение смазочных материалов. Смазочные масла, их физико-механические свойства и методики оценки характеристик. Состав масел и механизм смазочного действия. Роль функциональных присадок к смазочным маслам. Опыт разработки и применения ресурсоповышающих фторсодержащих присадок к смазочным материалам. Характеристика карбонофторидов. Требования к смазочным системам транспортных машин

Тема 5 Технологические методы обеспечения высокой износостойкости узлов трения

Химико-термическая обработка (ХТО). Поверхностная закалка. Электрохимические покрытия. Химическая обработка. Механотермическое формирование износостойких покрытий. Наплавка износостойких слоев. Напыление покрытий из порошковых материалов. Ионно-плазменные методы. Плакирование

Тема 6 Обеспечение надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации

Система обеспечения надежности. Силовые платформенные стенды. Методы и средства диагностирования рулевого управления и элементов передней подвески.

5 Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины используется образовательная технология, состоящая из следующих элементов: планируемых результатов, методов преподавания, разработанных заданий для достижения целей обучения, материалов и средств диагностики текущего и контрольного состояния обучаемых.

Методы преподавания дисциплины:

- 1) лекции;
- 2) практические работы;
- 3) консультации преподавателя;
- 4) самостоятельная работа обучающихся.

Лекции и практические занятия проводятся с применением мультимедийных технологий. Лекционный материал представлен в виде слайдов, демонстрационных роликов. Главная задача лекций – развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы.

Закрепления полученных навыков происходит при выполнении самостоятельных работ в конце практических занятий.

Полученные знания и умения могут потребоваться выпускнику при выполнении проектных, производственно-технологических и научных работ.

6 Оценочные средства дисциплины (модуля)

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол- во
1	Раздел 1 Основы трибологии			
1.1	Введение в трибологию	ПК-2	Тестовые задания	20
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5
2	Раздел 2 Триботехника			
2.1	Характерные узлы трения транспортных машин	ПК-2	Тестовые задания	20
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5
2.2	Конструкционные матери- алы узлов трения	ПК-2	Тестовые задания	15
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5
2.3	Смазывание и смазочные материалы	ПК-2	Тестовые задания	20
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5
2.4	Технологические методы обеспечения высокой из- носостойкости узлов тре- ния	ПК-2	Тестовые задания	10
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5
2.5	Обеспечение надежности узлов трения транспорт- ных машин в эксплуатации	ПК-2	Тестовые задания	15
			Темы рефератов	5
			Вопросы для зачёта	5

Форма контроля – текущий контроль, рейтинговое тестирование, модуль №1 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), модуль №2 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), зачет (максимальная рейтинговая оценка – 50 баллов), творческий балл – 10 баллов

6.2 Перечень вопросов для зачета

Раздел 1 Основы трибологии

Тема 1 Введение в трибологию (ПК-2)

1. Что такое «трибология», «триботехника», «триботехнология»?
2. Какие проблемы трибологии существуют сегодня?
3. Какие силовые факторы влияют на процессы изменения структуры и разрушения областей взаимодействия твердых тел?
4. Как влияют процессы изменения структуры и разрушения областей взаимодействия твердых тел на работоспособность узлов трения машин?
5. Какие основные направления исследований в области трибологии и триботехники существуют сегодня?

Раздел 2 Триботехника

Тема 2 Характерные узлы трения транспортных машин (ПК-2)

6. Перечислите основные причины выхода из строя машин.
7. По какой методике проводятся триботехнические испытания?
8. Какие средства используют при проведении триботехнических испытаний?
9. Сколько составляет срок службы трущихся деталей машин в настоящее время? Приведите примеры.
10. Перечислите основные узлы трения и изнашивания в двигателях внутреннего сгорания, агрегатов шасси, трансмиссии и рулевого управления.
Тема 3 Конструкционные материалы узлов трения (ПК-2)
11. Какие металлические антифрикционные материалы существуют в настоящее время?
12. Какие антифрикционные материалы, получают из порошков и пластмасс?
13. Какие фрикционные материалы известны в настоящее время?
14. Какие полимерные материалы известны в настоящее время?
15. Какие материалы применяются для изготовления деталей узлов трения как в чистом виде, так и в виде композиционных материалов, наполненных фторопластом, графитом, дисульфидом молибдена и другими твердыми смазочными материалами?
Тема 4 Смазывание и смазочные материалы (ПК-2)
16. Что такое смазка и что относится к смазочным материалам?
17. Каким требованиям должны удовлетворять смазочные материалы и системы смазки?
18. Дайте классификацию смазочных материалов по агрегатному состоянию.
19. Какие масла предназначены для смазывания зубчатых, цепных и других видов передач?
20. Какое преимущество смазочных масел перед твердыми смазочными материалами?
Тема 5 Технологические методы обеспечения высокой износостойкости узлов трения (ПК-2)
21. Что представляет собой метод химико-термической обработки (ХТО)?
22. Что представляет собой метод поверхностной закалки?
23. Что представляет собой метод электрохимических покрытий и химической обработки?
24. Что представляет собой метод
25. Что представляет собой метод механотермического формирования износостойких покрытий
Тема 6 Обеспечение надежности узлов трения транспортных машин в эксплуатации (ПК-2)
26. Что представляет собой система обеспечения надёжности при эксплуатации транспортных машин?
27. Как влияет обкатка узлов и агрегатов на износостойкость поверхностей?
28. Какие существуют методы и средства проведения обкатки узлов и агрегатов транспортных средств?
29. Как называется устранение отказов и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации или выявленных в процессе ТО, способствующее выполнению установленных норм пробега автомобиля до капитального ремонта?
30. Перечислите методы и средства диагностирования рулевого управления и элементов передней подвески транспортных средств.

6.3 Шкала оценочных средств

Уровни сформированности компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый	Знает:	тестовые задания

<p>(75-100 баллов) «зачтено»</p>	<p>- полно теоретический материал, который умеет соотнести с возможностями практического применения; Умеет: - интегрировать знания из разных разделов, соединяя пояснение и обоснование, - выполнять практико-ориентированные и ситуационные задания, решать интегрированные задачи профессиональной направленности, - быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами, - вести предметную дискуссию; Владеет: - терминологией из различных разделов курса, - способами мыслительной деятельности (анализом, синтезом, сравнением, обобщением и т.д.), - аргументированной, грамотной, четкой речью.</p>	<p>(32-40 баллов); реферат (5-10 баллов); вопросы к зачёту (38-50 баллов)</p>
<p>Базовый (50-74 балла) «зачтено»</p>	<p>Знает: - теоретический и практический материал, но допускает неточности; Умеет: - соединять знания из разных разделов курса, - находить правильные примеры из практики, - решать нетиповые задачи на применение знаний в реальной практической деятельности; Владеет: - терминологией из различных разделов курса, при неверном употреблении сам исправляет неточности, - всем содержанием, видит взаимосвязи, может провести анализ и т.д., но не всегда делает это самостоятельно, без помощи преподавателя, - способами мыслительной деятельности (анализом, синтезом, сравнением, обобщением и т.д.); - аргументированной, грамотной, четкой речью.</p>	<p>тестовые задания (22-32 баллов); реферат (3-6 баллов); вопросы к зачёту (25-36 баллов)</p>
<p>Пороговый (35-49 баллов) – «зачтено»</p>	<p>Знает: - теоретический и практический материал, но допускает ошибки; Умеет: - соединять знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя,</p>	<p>тестовые задания (15-20 баллов); реферат (2-6 баллов); вопросы к зачету (18-23 баллов)</p>

	- с трудом соотносить теоретический и практический, допуская ошибки в решении нетиповых задач на применение знаний в реальной практической деятельности; Владеет: - недостаточно способами мыслительной деятельности (анализом, синтезом, сравнением, обобщением и т.д.); - слабой аргументацией, логикой при построении ответа.	
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 0-34 баллов) «не зачтено»	Знает: - теоретический и практический материал, но допускает ошибки; Умеет: - соединять знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя.	тестовые задания (0-14 баллов); реферат (0-5 баллов); вопросы к зачету (0-15 баллов)

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная учебная литература

1. Горленко, О. А. Триботехнология: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. О. Горленко, А. С. Проскурин, О. А. Горленко. — Брянск: Издательство Брянского государственного технического университета, 2006. — 202 с.: ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/214180>.
2. Триботехника в сельском хозяйстве. Монография [Электронный ресурс] / Погоньшев В.А., Романеев Н.А., Панов М.В. — Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010, ЭБС "AgriLib" Партнерская программа для вузов и сузов – Режим доступа: <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/4455>
3. Кузнецов П.Н. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» для обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия». [Электронный ресурс] / (утверждено протоколом заседания учебно-методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.) — Режим доступа: <http://moodle.mgau.ru/course/view.php?id=1104>.

7.2 Дополнительная учебная литература

1. Куксенова, Л.И. Методы исследования поверхностных слоев при трении: учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.Г. Лаптева, С.А. Герасимов, Л.И. Куксенова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 77 с.: ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/287288>
2. Федоренко, В. Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: науч. аналит. обзор [Электронный ресурс] / В. Ф. Федоренко. — М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2007. — 94 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/213379>

7.3 Методические указания по освоению дисциплины

1. Кузнецов П.Н., Мишин М.М., Методические указания по выполнению контрольной работы обучающихся по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», заочной формы обучения дисциплины «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» [Электронный ресурс] / (утверждено протоколом заседания учебно-методического совета университета № 10 от «26» апреля 2018 г.) — Режим доступа: <http://moodle.mgau.ru/mod/assign/view.php?id=7781>

7.4 Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1 Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 04-УТ/2024)

3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоп. Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)

4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.02.2024 № 101/НЭБ/4712-п)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 28.02.2025 № 12413 /13900/ЭС).
2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 28.02.2025 № 194-01/2025).

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 05.09.2024 № 512/2024)
2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>
3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>
4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 09.12.2024 № 6/н, срок действия: с 09.12.2024 по 09.12.2025
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 03641000008230000

					07 срок действия: бес- срочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagius.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVu	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVu	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Официальный сайт МЧС России - <http://www.mchs.gov.ru/>
3. Охрана труда - <http://ohrana-bgd.ru/>

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
5. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
6. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
7. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello
<http://www.trello.com>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции	ИДК
	Облачные технологии	Лекции Практические занятия	ПК-2 Способен организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки	ИД-1 _{ПК-2} Организовывает на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции
	Большие данные	Лекции Практические занятия		
	Технологии беспроводной связи	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа		

			продукции растениеводства и животноводства	растениеводства и животноводства ИД-2 ПК-2 Применяет информационно-коммуникационные технологии и программные средства для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры и требований информационной безопасности
--	--	--	--	---

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Занятия по дисциплине «Трибологические основы повышения ресурсов сельскохозяйственных машин» проводятся в аудиториях 3/220, 3/216, 3/219

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лаборатория метрологии, стандартизации и сертификации) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/220)	1.Кондиционер (инв. № 2101043026); 2.Динамометр ДПУ-0,1-2 (инв. № 2101062319); 3.Частотомер (инв. № 2101062324); 4.Осцилограф Сп (инв. № 2101062325); 5.Вольтметр В-7-16а (инв. № 21013800047); 6.Концевые меры (инв. № 2101062328); 7.Доска учебная (инв. № 2101063435); 8.Портативный измеритель (инв. № 21013400921); 9.Микрометр цифровой Калиброн (инв. № 21013400922); 10.Комплект учебного оборудования типовой "Измерительные приборы давления, расхода, температуры " ЭЛБ-ИПДРТ-1 (инв. № 21013600741); 11.Весы аналитические (инв. № 1101040303); 12.Стол рабочий лабораторный (инв. № 1101040320, 1101040321, 1101040322, 1101040323, 1101040326, 1101040327, 1101040328, 1101040338, 1101040339); 13.Шкаф лабораторный (инв. № 1101040342, 1101040343, 1101040344, 1101040345, 1101040346, 1101040347, 1101040348, 1101040349, 1101040350, 1101040351, 1101040352, 1101040354, 1101040355, 1101040360, 1101040361, 1101040362); 14.Стол-мойка (инв. № 1101044077); 15.Измеритель нелинейных искажений (инв. № 1101044507); 16.Эпидиаскоп "Reflekta" (инв. № 1101044539); 17.Жалюзи (инв. № 1101060381; 1101060382; 1101060383); 18.Вибратор эл. мех. UB 99 Б (инв. № 1101062179); 19.Весы лабораторные "Масса-К" (инв. № 41013401522); 20.Образцовый манометр МО 11202, 0...10кгс/см2 (инв. № 41013401523); 21.Внешний модуль Е-154 АЦП/ЦАП (инв. № 41013401524); 22.Лабораторный блок питания 0-30В/10А, НУ 3010Е (инв. № 41013401525); 23.Автотрансформатор ЛАТР-2,0кВт (инв. № 41013401526).
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа,	1.Компьютер Sinrrise с монитором Samsung (инв. № 2101042502); 2.Плоттер HP Designjet 111 Tray A1 (инв. №2101045306);

	курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/216)	3.Шкаф для документов (инв. №2101063483) 4.Системный комплект: Процессор Intel Original 1155 LGA Celeron G1610 OEM (2,6/2Mb), Монитор 20Asus AS MS202D Black 1600*900 0,277mm. 250cd/m2, материнская плата ASUS P8H61-M LX3 (3.x), вентилятор, память, жёсткий диск, корпус, клавиатура, мышь (инв. № 21013400449, 21013400450, 21013400466, 21013400467, 21013400468, 21013400469, 21013400506, 21013400507); 5.Компьютер C-200 (инв. № 1101044534); 6.Компьютер P-4 (инв. № 1101044536); 7.Плоттер A1HP (инв. № 1101044537); 8.Компьютер OLDI 310 KD (инв. № 1101044564); 9.Доска настенная 3-х элементная ДН-3314 (инв. № 41013600125)
3.	Помещение для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/219)	1.Проектор Acer XD 1760D (инв. № 1101044562); 2.Факс-модем И-1496Е (инв. № 2101042501); 3.Шкаф для одежды (инв. № 2101063476, 2101063480); 4.Шкаф для документов (инв.№2101063487, 2101063490, 2101063491); 5.Системный комплект: Процессор Intel Original 1155 LGA Celeron G1610 OEM (2,6/2Mb), Монитор 20Asus AS MS202D Black 1600*900 0,277mm. 250cd/m2. Материнская плата ASUS P8H61-M LX3 (3.x), вентилятор, память, жёсткий диск, корпус, клавиатура, мышь (инв. № 21013400451, 21013400470); 6.Угломер с нониусом модель 1005 (127) (инв. № 21013400714); 7.Шкаф лабораторный (инв. №1101040353, 1101040356, 1101040357, 1101040358, 1101040359); 8.Принтер Canon LBR 1120 (инв. №1101044523, 1101044524); 9.Ноутбук (инв. № 1101044561); 10.Печь микроволновая (инв. № 1101060377); 11.Раздатчик холодной и горячей воды WBF (инв. №4101044561); Компьютерная техника подключена в сети «Интернет» и обеспечена доступом к ЭИОС университета.

Программа разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (уровень магистратуры) от 26.07.2017 № 709.

Автор:

Доцент кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, к.т.н.

/П.Н. Кузнецов/;

Рецензент: Дробышев И.А. - доцент кафедры транспортно-технологических машин и основ конструирования, кандидат технических наук

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса., протокол № 9 от 15 апреля 2019 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 22 апреля 2019г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 25 апреля 2019г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, протокол № 10 от «12» июня 2020 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 11 от 15 июня 2020 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 22 июня 2020 года.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и технологической безопасности, протокол № 8 от 1 апреля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 5 апреля 2021г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 22 апреля 2021г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и технологической безопасности, протокол № 9 от 10 июня 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 11 от 15 июня 2021г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 24 июня 2021г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, протокол № 8 от 11апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 7 от 14 апреля 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 21 апреля 2022 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, протокол № 9 от 5 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 10 от 19 июня 2023 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 10 от 22 июня 2023 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, протокол № 10 от 13мая 2024 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 9 от 20мая 2024 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 9 от 23мая 2024 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры стандартизации, метрологии и технического сервиса, протокол № 12 от 7 апреля 2025г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии инженерного института ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, протокол № 8 от 14 апреля 2025г.

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета протокол № 8 от 23 апреля 2025 года.

Оригинал документа хранится на кафедре технологических процессов и технологической безопасности.