

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГАТУ

И.Н. Шило

21 02 2020г.

Регистрационный № УД-1113/уч.

ОСНОВЫ ТРИБОТЕХНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:

1–36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники

2020 г.

Учебная программа разработана на основе образовательного стандарта специальности 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники ОСВО 1-36 12 01-2019, утвержденного 28.05.2019 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.К. Толочко, профессор кафедры «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор;
В.Е. Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент.


РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Материаловедение в машиностроении» Белорусского национального технического университета;
В.В. Савич, первый заместитель директора государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии» Национальной академии наук Беларуси, канд. технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 6 от «12» ноября 2020 г.)

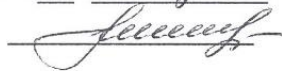
Заведующий кафедрой



В.Е. Тарасенко

Научно-методическим советом агромеханического факультета учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 5 от «30» сентября 2020 г.)

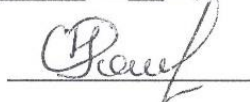
Председатель НМС



Т.А. Непарко


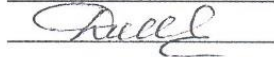
Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 7 от «20» октября 2020 г.)

Председатель НМС



Н.Н. Романюк

Нормоконтроль:
Начальник ЦНМ и УР
Директор библиотеки

Л.К. Ловкис

С.П. Драницына

Ответственный за научное редактирование и выпуск: В.Е. Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Около 90% деталей сельскохозяйственных машин выходит из строя из-за износа при трении. Поэтому повышение надежности машин возможно только при успешном решении задач трения, изнашивания и смазывания, т.е. задач триботехники. Это, в свою очередь, требует от агроинженера знания основ триботехники, необходимых для управления трением путем повышения износостойкости материалов деталей, рационального конструирования подвижных сопряжений и оптимизация условий эксплуатации, которые могут существенно продлить срок службы машин при незначительном увеличении их стоимости.

Цель учебной дисциплины «Основы триботехники» – подготовить инженеров, владеющих знаниями в области основ триботехники и способных применять эти знания для повышения надежности сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации.

Задачи учебной дисциплины – изучить основные закономерности процессов трения и изнашивания, свойства и особенности применения смазочных и триботехнических материалов, способы повышения износостойкости деталей машин, современные нанотехнологические подходы к решению задач триботехники.

В результате изучения учебной дисциплины «Основы триботехники» студент должен:

знать:

- основные задачи триботехники и пути их решения при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники;
- особенности протекания процессов трения и изнашивания при эксплуатации сельскохозяйственной техники;
- конструкторские, технологические и эксплуатационные способы повышения износостойкости деталей сельскохозяйственной техники;
- способы улучшения свойств смазочных материалов;

уметь:

- технически грамотно применять терминологию в области триботехники, давать характеристику процессам изнашивания с учетом условий эксплуатации сельскохозяйственной техники;
- проводить триботехнические испытания и оценивать по их результатам износостойкость образцов материалов деталей машин и смазывающие свойства смазочных материалов;
- проводить поиск (в том числе в информационных сетях) необходимой информации по решению задач в области снижения трения и изнашивания;

владеть:

- базовыми теоретическими знаниями, необходимыми для решения задач триботехники;
- навыками, связанными с использованием технических средств для проведения триботехнических испытаний;

Изучение данной учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных дисциплин «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Механика материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Тракторы и автомобили».

При преподавании учебной дисциплины «Основы триботехники» рекомендуется широко использовать наглядные пособия в виде натуральных образцов технологического оборудования, приспособлений и инструментов, макетов, плакатов, видеофильмов, слайдов и т.п.

На изучение дисциплины отводится 30 часов аудиторных занятий, включая 14 часов лекций и 16 часов практических работ.

Учебный материал дисциплины преподается как один модуль.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ и наименование темы	Общее количество часов / зач. единиц на семестр	Ауд. часов	В том числе	
			лекции (час)	практические занятия (час)
			часы по плану	часы по плану
I семестр (зачет)	30	30	14	16
1. Введение в дисциплину.		2	2	
2. Трение		2	2	
3. Устройство и принцип работы машины трения 2070 СТМ-1		2		2
4. Изнашивание		2	2	
5. Испытания на износ на машине трения 2070 СТМ-1		2		2
6. Смазочные, антифрикционные и фрикционные материалы		2	2	
7. Устройство и принцип работы машины трения ЧМТ-1		2		2
8. Повышение износостойкости деталей машин		2	2	
9. Испытания на износ на машине трения ЧМТ-1		2		2
10. Трибонанотехнологии		2	2	
11. Изучение изменения шероховатости поверхности в процессе трения		2		2
12. Нанотрибология		2	2	
13. Построение опорной кривой профиля шероховатой поверхности деталей узлов трения		2		2
14. Изучение технологических способов повышения износостойкости		4		4

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение в учебную дисциплину

Цель, задачи и содержание учебной дисциплины. Основные понятия: трибология, трибофизика, трибохимия, триботехника; трение, износ, смазка. Роль трения в работе машин и основные задачи триботехники.

2. Трение

Основные закономерности трения. Трение скольжения (сухое, граничное, жидкостное). Трение качения. Избирательный перенос при трении.

3. Изнашивание

Основные закономерности изнашивания. Основные виды изнашивания: абразивное, адгезионное, усталостное, коррозионное, фреттинговое, кавитационное, водородное изнашивание.

4. Смазочные, антифрикционные и фрикционные материалы

Смазочные, антифрикционные и фрикционные материалы: назначение, свойства, условия применения.

5. Повышение износостойкости деталей машин

Конструкторские, технологические и эксплуатационные способы повышения износостойкости: разновидности и сравнительная эффективность применения способов.

6. Трибонанотехнологии

Трибонанотехнологии: общая характеристика. Изготовление деталей из конструкционных износостойких наноматериалов. Формирование приповерхностных износостойких наноструктурных слоев деталей. Нанесение износостойких нанопокровов на детали. Смазочные наноматериалы.

7. Нанотрибология

Нанотрибология: общая характеристика. Физические процессы в нанотрибоконтактах. Методы нанотрибологических исследований. Практические аспекты нанотрибологии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер занятия	Наименование занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов			Маг. обеспечение занятий	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на занятие	Лекции	Практ. занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1-1	Введение в учебную дисциплину - цель и задачи учебной дисциплины; основные понятия; роль трения в работе машин и основные задачи триботехники.	2	2		[1]	[1-6]	
1-2	Трение - закономерности трения; трение скольжения; трение качения; избирательный перенос при трении	2	2		[1]		
1-3	Устройство и принцип работы машины трения 2070 СТМ-1 - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов
1-4	Изнашивание - закономерности изнашивании; виды изнашивания: абразивное, адгезионное, усталостное, коррозионное, фреттингное, кавитационное, водородное изнашивание.	2	2		[1]	[1-6]	
1-5	Испытания на износ на машине трения 2070 СТМ-1 - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов
1-6	Смазочные, антифрикционные и фрикционные материалы - смазочные, антифрикционные и фрикционные материалы: назначение, свойства, условия применения.	2	2		[1]	[1-6]	
1-7	Устройство и принцип работы машины трения ЧМТ-1 - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов

1	2	3	4	5	6	7	8
1-8	Повышение износостойкости деталей машин - конструкторские, технологические и эксплуатационные способы повышения износостойкости:	2	2		[1]	[1-6]	
1-9	Испытания на износ на машине трения ЧМТ-1 - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов
1-10	Трибонанотехнологии - изготовление деталей из конструкционных износостойких наноматериалов; формирование приповерхностных износостойких наноструктурных слоев деталей; нанесение износостойких нанопокровов на детали; смазочные наноматериалы	2	2		[1]	[1-6]	
1-11	Изучение изменения шероховатости поверхности в процессе трения - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов
1-12	Нанотрибология - физические процессы в нанотрибоконтактах; методы нанотрибологических исследований; практические аспекты нанотрибологии.	2	2		[1]	[1-6]	
1-13	Построение опорной кривой профиля шероховатой поверхности деталей узлов трения - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	2		2	[2]	[1-6]	Защита отчетов
1-14	Изучение технологических способов повышения износостойкости - углубление знаний, полученных на предыдущих занятиях.	4		4	[2]	[1-6]	Защита отчетов

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Материальное обеспечение занятий

1. Слайды, плакаты, видеофильмы
2. Материальное обеспечение, предусмотренное методическими указаниями к практическим занятиям

Перечень практических работ

1. Устройство и принцип работы машины трения 2070 СТМ-1
2. Испытания на износ на машине трения 2070 СТМ-1
3. Устройство и принцип работы машины трения ЧМТ-1
4. Испытания на износ на машине трения ЧМТ-1
5. Изучение изменения шероховатости поверхности в процессе трения
6. Построение опорной кривой профиля шероховатой поверхности деталей узлов трения
7. Изучение технологических способов повышения износостойкости

Литература

Основная:

1. Лужнов, Ю. М. Основы триботехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Лужнов, В. Д. Александров ; Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) ; под ред. Ю. М. Лужнова. - Электронные данные (5 576 698 байт). - Москва : МАДИ, 2013. - 136 с.
2. Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники : учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Машиностроение, 2014. - 208 с.
3. Современная трибология. Итоги и перспективы [Электронный ресурс] / Э. Д. Браун [и др.] ; РАН, Институт машиноведения им. А. А. Благодатова ; отв. ред. К. В. Фролов ; [редкол.: И. А. Буяновский и др.]. - Электронные данные (24 847 361 байт). - Москва : Издательство ЛКИ, 2008. - 476 с.

Дополнительная:

4. Вагнер, В.Ф. Основы триботехники. Процессы в трибомеханических системах: учебное пособие/ В.Ф. Вагнер, Б.И. Ковальский, В.Ф. Терентьев. – Часть I. – Красноярск: КГТУ, 1998. – 212 с.
5. Трибология. Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ / Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. – М: Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон пресс, 1993. – 454 с.
6. Гаркунов, Д.Н. Виды трения и износа. Эксплуатационные повреждения деталей машин / Д.Н. Гаркунов, П.И. Корник. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 344 с.

Средства диагностики результатов учебной деятельности студентов

Защита отчетов по практическим занятиям, устный опрос во время занятий.
Итоговая оценка учебных достижений студентов проводится в виде зачета.

Вопросы к зачету

1. Трение, изнашивание, износ: общая характеристика
2. Смазка и смазывание: общая характеристика
3. Виды триботехнических материалов
4. Трибология: общая характеристика
5. Разделы трибологии: трибофизика, трибохимия, триботехника
6. Разделы триботехники: трибоматериаловедение, триботехнология, химмотология смазочных материалов, трибометрия
7. Виды трения (по кинематическим признакам перемещения)
8. Виды трения движения
9. Виды трения скольжения
10. Сухое трение. Закон сухого трения. Коэффициент трения
11. Граничное, жидкостное и плужидкостное трение
12. Трение качения
13. Избирательный перенос при трении
14. Скорость и интенсивность изнашивания, износостойкость
15. Абразивное изнашивание.
16. Адгезионное изнашивание.
17. Усталостное изнашивание.
18. Коррозионное изнашивание.
19. Изнашивание при фреттинге.
20. Фреттинг-коррозия
21. Эрозионное изнашивание.
22. Кавитационное изнашивание.
23. Водородное изнашивание
24. Функции смазочного материала
25. Жидкостная смазка
26. Классификация смазочных масел по назначению
27. Области применения твердых смазочных материалов
28. Пластичные смазки
29. Антифрикционные материалы
30. Виды антифрикционных подшипниковых материалов по составу
31. Фрикционные материалы
32. Конструкторские способы повышения надежности узлов трения
33. Технологические способы повышения надежности узлов трения
34. Виды технологий поверхностного упрочнения
35. Эксплуатационные способы повышения надежности узлов трения
36. Виды конструкционных износостойких наноматериалов
37. Технологии формирования приповерхностных износостойких наноструктурных слоев
38. Виды нанопокровов и технологии их нанесения
39. Виды наноприсадок к смазочным маслам
40. Нанотрибология: общая характеристика

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

№ п/п	Название дисциплин, изучение которых связано с дисципли- ной учебной про- граммы	Кафедры, обес- печивающие изучение этих дисциплин	Предложе- ния кафедр по коррек- тировке учебной программы	Принятое решение кафедрой, разра- ботавшей учебную программу (номер и дата протокола)
	Согласование не тре- буется			

Заведующий кафедрой

В.Е. Тарасенко

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БГАТУ

(подпись) (инициалы, фамилия)
«___» _____ 20__ г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ НА 20__-20__ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 20__ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Нормоконтроль:
Начальник ЦНМ и УР _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета «Технический сервис в АПК»

_____ А.В. Миранович

«___» _____ 20__ г.

