

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 26 » 01 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы триботехники

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-техно-  
логических машин и комплексов

Профиль: Автомобильный сервис

Уровень высшего образования: Академический бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед./ час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	2 / 72	9	–	9	27	Экзамен (27 часов)
Итого	2 / 72	9	–	9	27	Экзамен (27 часов)

Владимир, 2016

*Уд. лист 139.  
Бок. полков*



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины является приобретение будущими бакалаврами знаний основ теории трения и изнашивания деталей машин, необходимых для грамотной эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, а также анализа причин износа основных трибосопряжений автотранспортных средств и путей повышения их износостойкости.

**Задача курса** – в процессе освоения дисциплины студентам необходимо изучить основные трибологические закономерности для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой;

- знать принципы подбора материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, параметры качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях;

- ознакомиться с существующими и перспективными методами снижения трения и износа основных трибосопряжений автотранспортных средств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная учебная дисциплина относится к вариативной части при подготовке бакалавров по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Для успешного усвоения дисциплины и приобретения необходимых знаний, умений и компетенций к началу изучения дисциплины «Основы триботехники» студент должен обладать соответствующими знаниями, полученными им при освоении учебных дисциплин: математики, физики, химии, технологии конструкционных материалов, материаловедения.

Освоение данной дисциплины формирует у студентов следующие компетенции: ПК-10, ПК-15, ПК-44.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** теоретические основы подбора материалов пар трения (ПК-10); причины и последствия прекращения работоспособности агрегатов и узлов автомобиля (ПК-15); основные параметры для контроля эффективности работы смазочных материалов (ПК-44).

**Уметь:** выбирать материалы для применения при эксплуатации и ремонте транспортных, транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-10); подбирать смазочные составы для наиболее рациональной работы агрегатов и узлов автомобиля (ПК-15); корректировать режимы эксплуатации смазочных материалов в зависимости от условий использования (ПК-44).

**Владеть:** способностью учитывать влияние внешних факторов и требований безопасной, эффективной эксплуатации и стоимости (ПК-10); владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-15); способностью к проведению инструментального и визуального контроля за качеством смазочных материалов (ПК-44).



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с приме- нением интерак- тивных методов (в часах / %)	Формы те- кущего контроля успеваемо- сти (по неде- лям семестра), форма про- межуточ- ной аттестации (по се- местрам)
				Лекции	Лабораторные ра- боты	Прак.занятия	СРС	КП/КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в теорию тре- ния и изнашивания	8	1-2	1			3		1/100%	
2	Геометрические харак- теристики поверхностей деталей	8	1-2	1	2		4		1/33%	
3	Виды трения в узлах ма- шин. Теория внешнего трения	8	3-4	2			4		2 /100%	1-й рей- тинг-кон- троль (3 неделя)
4	Трение при граничной смазке	8	5-6	1	2		4		1/33%	
5	Трение качения, его при- рода, факторы влияю- щие на сопротивление качению	8	5-6	1			4		1/100%	2-й рей- тинг-кон- троль (6 неделя)
6	Основные процессы из- нашивания. Изнашива- ние деталей машин и ме- тоды повышения их из- носостойкости	8	7-8	2	2		4		2/50%	
7	Методы и средства три- ботехнических испыта- ний	8	8-9	1	3		4		1/25%	3-й рей- тинг-кон- троль (9 неделя)
Всего				9	9		27		9/50%	Экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для реализации компетентного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- электронные средства обучения (слайд-лекции, компьютерные тесты).

Как традиционные, так и лекции инновационного характера могут сопровождаться компьютерными слайдами или слайд-лекциями.

Текущий контроль знаний (рейтинг-контроль) осуществляется в виде тестирования.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По курсу предусматривается выполнение лабораторных работ, на которых студенты должны закрепить теоретические положения по изнашиванию элементов машин, изучить методы измерения и прогнозирования износа деталей и сопряжений.

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 3-й, 6-й и 9-й неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### Перечень вопросов для подготовки к рейтинг-контролю №1

1. Наука о трении, износе, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении – это:

- а) триботехника
- б) трибология

б)

2. Что такое адсорбент?

Вещество, на поверхности которого происходит адсорбция.

3. Что такое адсорбат?

Поглощенное из прилегающего объема вещество.

4. Что такое вязкость?

Объемное свойство газообразного, жидкого, полужидкого или полутвёрдого вещества оказывать противодействие относительно перемещению составляющих его частиц.

5. Единица измерения динамической вязкости

- а) Па·с
- б) м<sup>2</sup>/с
- в) км\ч

а)

6. Чей закон представлен следующей формулой:  $F_T = \eta \frac{dv_x}{dz} S$

- а) закон Паскаля
- б) закон Кулона
- в) закон Ньютона



в)

7. Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел одинаковы по значению и направлению, по крайней мере в одной точке зоны контакта – это:

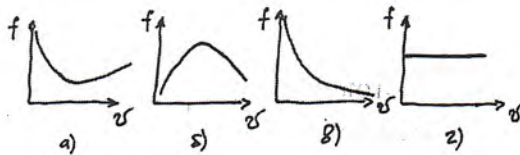
- а) трение покоя      б) трение качения      в) трение скольжения

б)

8. Запишите, пожалуйста, закон Амонтона

$$f_T = \frac{F_T}{N} - \text{коэффициент трения}$$

9. Как выглядит кривая зависимости коэффициента трения скольжения от скорости при трении со смазочным материалом?



а)

10. Что такое смазка?

Действие смазочного материала, в результате которого уменьшаются износ, повреждение поверхности и (или) сила трения.

11. Имеет ли размерность коэффициент трения?

ДА (коэф. трения качения), НЕТ (коэф. трения скольжения)

12. Что такое износ?

Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах.

13. Что такое интенсивность изнашивания?

Отношение износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание или к объёму выполненной работы.

### Перечень вопросов для подготовки к рейтинг-контролю №2

1. Как выглядит кривая изнашивания детали во времени при непрерывной работе пары трения?



2. Как выглядит кривая изнашивания детали во времени при прерывистом режиме работы пары трения?



3. Назовите не менее 7 видов изнашивания.

\* водородное, абразивное, окислительное, кавитационное, эрозионное, коррозионно-механическое, изнашивание при схватывании и заедании, изнашивание при фреттинг-коррозии, коррозионное, в следствие пластической деформации.

4. Что такое пассивирование?

Процесс искусственного образования тонких окисных плёнок на поверхности металла для защиты его от коррозии и приданию изделию лучшего вида.

5. Назовите эксплуатационные методы повышения износостойкости

\* изменение свойств смазочного материала, обкатка, своевременное смазывание узлов в эксплуатации.

6. К каким методам повышения износостойкости относится применение процессов упрочняющей обработки для получения требуемого качества рабочих поверхностей деталей машин с высоким сопротивлением изнашиванию и поломкам в различных условиях эксплуатации?

- а) конструкторским      б) технологическим      в) эксплуатационным  
б)

7. Материалы, обладающие низким коэффициентом трения – это материалы:

- а) антифрикционные      б) фрикционные  
а)

8. Материалы, которые в контакте имеют высокий, более или менее стабильный коэффициент трения – это материалы:

- а) антифрикционные      б) фрикционные  
б)

9. Изнашивание вследствие образования в движущемся по поверхности твёрдого тела потоке жидкости пустот в виде пузырей, наполненных парами, воздухом или газом – это изнашивание:



- а) эрозионное      б) кавитационное      в) абразивное  
б)

10. Какой вид коррозии протекает при действии на металлы жидких электролитов?  
\*электрохимическая

11. При повышении температуры окислительное изнашивание:

- а) увеличивается      б) уменьшается      в) не изменяется

а)

12. Что определяет тангенс угла наклона, образованного осью абсцисс и касательной к кривой в произвольной точке на кривой изнашивания?

- а) скорость изнашивания      б) интенсивность изнашивания      в) допустимый износ

а)

13. Назовите стадии изнашивания пары трения.

\*начальное (приработка), установившееся, катастрофическое.

### Перечень вопросов для подготовки к рейтинг-контролю №3

1. Отношением пути, на котором происходило изнашивание, к величине износа оценивается:

- а) скорость изнашивания      б) интенсивность изнашивания      в) износостойкость

в)

2. Износ, при котором деталь сохраняет работоспособность – это:

- а) допустимый износ      б) предельный износ      в) местный износ

а)

3. Сила трения скольжения от площади касания твёрдых тел:

- а) зависит прямо пропорционально  
б) зависит обратно пропорционально

в) не зависит

в)

4. Триботехника – это :

- а) наука      б) научно-технический раздел      в) механизмы с парами трения

б)

5. Как выглядит связь между коэффициентом трения и углом трения?

- а)  $\operatorname{tg} \alpha = f$       б)  $\operatorname{tg} \alpha = 1/f$       в)  $\operatorname{tg} f = \alpha$

а)

6. С увеличением предела текучести материала площадь фактического контакта:

- а) увеличивается      б) уменьшается      в) не изменяется

- б)
7. Как влияет обкатка как метод на износостойкость:  
а) повышает            б) понижает            в) не влияет
- а)
8. Какой вид коррозии протекает при действии на металлы жидких неэлектролитов?  
\* **химическая**
9. Как влияет понижение температуры на окислительное изнашивание?  
а) увеличивается    б) уменьшается    в) не изменяется
- б)
10. Является ли миллиметр единицей измерения коэффициента трения скольжения?  
а) да            б) нет
- б)
11. Трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел в точке касания различны по значению и (или) направлению – это:  
а) трение покоя            б) трение качения            в) трение скольжения
- в)
12. Угол трения – это угол между:  
а) полной реакцией плоскости и нормальной реакцией плоскости  
б) полной реакцией плоскости и силой трения  
в) нормальной реакцией плоскости и силой трения
- а)
13. Какая из следующих площадей касания самая большая?  
а) фактическая            б) контурная            в) номинальная
- в)

### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Основные понятия триботехники.
2. Сроки службы трущихся деталей.
3. Этапы развития науки о трении.
4. Рабочие поверхности деталей и их контактирование.
5. Остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения.
6. Показатели качества поверхности.
7. Физико-химические свойства поверхностей деталей.
8. Эффект Ребиндера.
9. Пленки на металлических поверхностях.
10. Контактное взаимодействие деталей.
11. Взаимное внедрение поверхностей.
12. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин.
13. Анализ теорий трения покоя.
14. Трение – результат однократного пластического отеснения материала.



15. Трение – результат многократного оттеснения материала и адгезии.
16. Анализ исследований по трению скольжения.
17. Виды нарушения фрикционных связей.
18. Трение без смазочного материала.
19. Механизм трения при граничной смазке.
20. Жидкостная смазка.
21. Гидродинамические опоры скольжения.
22. Смешанное трение.
23. Режим трения в подшипнике скольжения.
24. Трение качения.
25. Механизм изнашивания металлических поверхностей.
26. Коррозия.
27. Влияние различных факторов на изнашивание.
28. Элементарные виды разрушения поверхностей.
29. Усталость при изнашивании металлических поверхностей.
30. Механизм изнашивания полимеров и резины.
31. Стадии изнашивания пар трения.
32. Классификация и основные закономерности видов изнашивания.
33. Виды водородного изнашивания.
34. Методы предупреждения и уменьшения водородного изнашивания.
35. Материалы для трущихся деталей.
36. Порошковые и керамические материалы.
37. Материалы для подшипников скольжения.
38. Правила сочетания материалов.
39. Технологические способы повышения износостойкости деталей.

### **Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов осуществляется путём изучения по контролю преподавателя, с применением рекомендуемой литературы (см. п.7), следующих вопросов:

- Технологическая и эксплуатационная шероховатость. Механизм воспроизведения эксплуатационной шероховатости. Общая картина процессов при трении. Причина отличия свойств поверхностных слоев твердых тел от свойств основного материала;

- Адсорбция, и ее результат. Состояние поверхностных слоев деталей узлов трения после механической обработки. Эффект Ребиндера. Магмаплазменная модель контакта при трении Тиссена, ее основные выводы;

- Расчет коэффициента трения шероховатых поверхностей. Модель шероховатости поверхности при взаимодействии с гладкой в процессе трения. Подход к выводу расчетных формул. Формулы для расчета внешнего трения шероховатых тел. Четыре вида контактов – четыре расчетных случая;

- Эквивалентная шероховатость. Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания. Действие поверхностно-активных присадок, коррозионных активных веществ на интенсивность изнашивания;

- Формула для расчета скорости абразивного изнашивания, три группы факторов, их смысл. Анализ модели и возможности уменьшения износа;

- Гипотеза Тросса. Основная концепция теории Фляйшера. Мнимая плотность энергии



- трения, и ее связь с линейной интегральной интенсивностью изнашивания;
- Вывод основного уравнения износа. Анализ номограммы «мнимая плотность энергии – удельная сила трения – линейная интегральная интенсивность изнашивания»;
  - Поддержание узлов трения в рабочем состоянии.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Пенкин, Н.С. Основы трибологии и триботехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 208 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63220](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63220) — Загл. с экрана;
2. Сорокин Г.М. Основы механического изнашивания сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сорокин Г.М., Малышев В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014.— 308 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27268>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;
3. Аникеев, В.В. Автомобильные эксплуатационные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Аникеев, М.В. Шестакова, А.С. Кревер. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2014. — 188 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64523](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64523) — Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

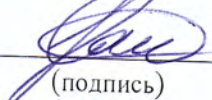
1. Мышкин, Н.К. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2007. — 366 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47555](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47555) — Загл. с экрана;
2. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей [Электронный ресурс]/ В.И. Бородавко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2013.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29485>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;
3. Жданов, В.Л. Экологические проблемы автомобильного транспорта [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Л. Жданов, Е.А. Григорьева. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2013. — 180 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69429](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69429) — Загл. с экрана.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Иллюстрированный и текстовый раздаточный материал в электронном виде;
2. Презентатор (стационарный и переносной) с мультимедиа технологиями;
3. Комплект слайдов по основам триботехники.



Рабочая программа дисциплины «Основы триботехники» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО №1470 от 14.12.15 г. и учебного плана подготовки бакалавров по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по программе (профилю) подготовки «Автомобильный сервис»

Рабочую программу составил: к.т.н.,  Ратников Александр Станиславович  
(подпись)

Рецензент (представитель работодателя)

Директор филиала ООО "ТД "Русэлпром"

г. Владимир

к.т.н. Алехин Дмитрий Борисович 

(подпись)


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТ

Протокол № 7 от 22.01.2016 года

Заведующий кафедрой АТ  Кириллов Александр Геннадьевич  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Протокол № 18 от 26.01.2016 года

Председатель комиссии  Кириллов Александр Геннадьевич  
(подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ОСНОВЫ ТРИБОТЕХНИКИ»**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_