

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета физико-
математического и естественно-
научного образования



С.Е. Зюзин
25.11.2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.1.1 ТРИБОЛОГИЯ**

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

4. Форма образования:

Очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

6. Составитель программы:

Б.У. Шарипов, доктор технических наук, профессор кафедры, доцент

7. Рекомендована:

научно-методическим советом факультета физико-математического и естественно-научного образования (протокол № 3 от 23.11.2017)

8. Семестры: 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины является формирование знаний в области физической природы феномена трения как преобразователя движения в машинах и механизмах (технических системах).

Задачами дисциплины являются:

- изучение характера взаимодействия поверхностей тел на границе контакта при взаимном перемещении, в том числе с учетом влияния сред;
- ознакомление с основными методами физического (теоретического) моделирования трибосистем и расчётными схемами процесса трения;
- ознакомление с методами расчета прочности, изнашивания и долговечности материала при трении;
- ознакомление с методами экспериментальных исследований трибосистем, правилами их эксплуатации, диагностики, способами увеличения долговечности.

При проведении учебных занятий по дисциплине «Трибология» обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Трибология» входит в дисциплины по выбору вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

При изучении дисциплины должны использоваться знания и навыки, полученные при освоении дисциплин – физика, химия, теоретическая механика, процессы формообразования и инструмент.

Дисциплина «Трибология» должна рассматриваться как междисциплинарная, инновационного характера, которая нацеливает выпускника на решение современных, передовых проблем повышения качества и увеличения надежности современных технических систем, например, при освоении дисциплины «Технология машиностроения», при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

Для реализации дисциплины для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и (или) инвалидов созданы следующие условия. При реализации программы дисциплины в образовательном процессе для удовлетворения особых образовательных потребностей обучающихся с ОВЗ используются современные методы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии. Изучение дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами предполагает обеспечение сочетания on-line и off-line технологий, а также индивидуальных и коллективных форм работы в учебном процессе, осуществляемом с использованием дистанционных образовательных технологий. Обучающиеся с ограниченными возможностями и инвалиды здоровья могут изучать дисциплину по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом их особенностей и образовательных потребностей. При составлении индивидуального плана обучения предусмотрены различные варианты проведения занятий: в профессиональной образовательной организации (в академической группе и индивидуально), на дому с использованием дистанционных образовательных технологий. Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т. п.). При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа при прохождении аттестации.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • характер взаимодействия поверхностей тел на границе контакта при взаимном перемещении, в том числе с учетом влияния сред; • основные методы физического (теоретического) моделирования трибосистем и расчётных схем процесса трения; • существующие методы расчета прочности, изнашивания и долговечности материала при трении, <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать законы физики при истолковании механической и электромагнитной природы трения, в том числе, в процессе решения задач профессиональной направленности; • истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в природе и технике, <p>владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> • терминологией физики контактного взаимодействия; • экспериментальными навыками исследования процесса трения; <p>способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и др.).</p>
ПК-18	умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы экспериментальных исследований трибосистем, правилами их эксплуатации, диагностики, способы повышения долговечности, <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в конструкторских разработках, в металловедческих испытаниях и в технологических решениях, <p>владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> • экспериментальными навыками исследования процессов формообразования при изготовлении деталей механизмов и машин

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — — 4/144.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

13. Виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам
			сем. 6
Контактная работа, в том числе:	54	18	54
лекции	18	6	18

практические занятия	18	6	18
лабораторные работы	18	6	18
Самостоятельная работа	54		54
Форма промежуточной аттестации	36		36
Итого:	144		144

Виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам
сем. 6			
Контактная работа, в том числе:	12	12	12
лекции	4	4	4
практические занятия	4	4	4
лабораторные работы	4	4	4
Самостоятельная работа	123		123
Форма промежуточной аттестации	9		9
Итого:	144		144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение.	Трибология. Триботехника. Значимость трибологии и триботехники в машиностроении. История развития науки о трении. Классификация трения. Первые законы трения
1.2	Некоторые свойства твердых тел	Кристаллическая структура твёрдых тел. Полиморфизм. Свободная поверхность. Дефекты кристаллического строения и их причины. Макроструктура твёрдых тел (поликристаллы). Иерархия структурных уровней твёрдых тел. Аморфные структуры твёрдых тел.
1.3	Изменение структуры материалов при деформировании	Деформации тел. Виды деформаций. Диаграмма растяжения металлических материалов. Прочность. Пластичность. Механизмы пластической деформации. Наклёп (деформационное упрочнение) при резании металлов. Разрушение. Возврат и рекристаллизация металлов. Холодное и горячее деформирование.
1.4	Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей	Классификация трения. Закономерности статического трения. Измерение статического коэффициента трения. Трение скольжения. Измерение динамического коэффициента трения. Двучленный закон трения. Молекулярно–механическая теория трения. Деформационно–адгезионная теория трения. Закон аддитивности трения. Фрикционные связи. Классификация фрикционных пар. Основные характеристики фрикционных связей. Схватывание. Главные задачи управления схватыванием поверхностей. Взаимная связь трения и износа с температурами трения. Их влияние на изменение коэффициента трения.
1.5	Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей	Классификация износостойкости. Стандартная классификация видов изнашивания трибопар. Водородное изнашивание. Изнашивание при избирательном переносе. Вторичные структуры. Приспосабливаемость

1.6	Физический принцип влияния смазки, ее разновидности	Функционально-физический принцип смазки. Типы смазки, применяемые при механической обработке. Гидродинамическая смазка. Минеральные масла. Функциональные присадки и антифрикционные добавки. Антифрикционные материалы подшипников гидродинамического трения. Аэродинамическая (газовая) смазка. Эластогидродинамическая смазка. Граничная смазка.
1.7	Методы исследования изнашивания	Критерии изнашивания режущих инструментов. Физическое истолкование пластической деформации при резании
1.8	Обобщенные, физические представления о природе трения	Природа оптимальной температуры при контактом взаимодействии инструментальных и обрабатываемых материалов. Влияние температуры на интенсивность изнашивания режущих инструментов.
1.9	Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов	Методы прогнозирования по: адгезионным исследованиям, когезионным характеристикам, характеру поведения физико-механических свойств материалов.
2. Практические занятия		
2.1	Введение.	Основные понятия и положения трибологии
2.2	Некоторые свойства твердых тел	Дефекты кристаллического строения и их причины.
2.3	Изменение структуры материалов при деформировании	Механизм формирования наклёпа при резании металлов. Влияние различных факторов на величину наклёпа.
2.4	Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей	Некоторые методы анализа поверхностей. Метод косо-го сечения. Оптический метод. Электронная микроскопия. Отражающая микроскопия.
2.5	Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей	Методика расчётов на износ. Энергетические методы оценки и прогноза износа и износостойкости. Триботехника.
2.6	Физический принцип влияния смазки, ее разновидности	Типы смазки, применяемые при резании металлов.
2.7	Методы исследования изнашивания	Анализ кривых изнашивания инструмента при резании металлов.
2.8	Обобщенные, физические представления о природе трения	Влияние свойств контактирующих пар на величину оптимальной температуры резания и интенсивность изнашивания режущих инструментов.
2.9	Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов	Расчет ожидаемой интенсивности изнашивания режущих инструментов.
3. Лабораторные работы		
3.1	Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей	Влияние температуры контакта инструментального и обрабатываемого материалов на их адгезионные характеристики
3.2	Физический принцип влияния смазки, ее разновидности	Влияние смазок на характер трения контактирующих материалов
3.3	Обобщенные, физические представления о природе трения	Влияние входных параметров на температуру резания

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
1.	Введение.	2	2		6	10
2.	Некоторые свойства твердых тел	2	2		6	10
3.	Изменение структуры материалов при деформировании	2	2		6	10
4.	Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей	2	2	6	6	16
5	Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей	2	2		6	10
6	Физический принцип влияния смазки, ее разновидности	2	2	6	6	16
7	Методы исследования изнашивания	2	2		6	10
8	Обобщенные, физические представления о природе трения	2	2	6	6	16
9	Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов	2	2		6	10
	Экзамен					36
Итого:		18	18	18	54	144

Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
1.	Введение.	0	0	0	11	11
2.	Некоторые свойства твердых тел	0,5	0,5	0	14	15
3.	Изменение структуры материалов при деформировании	0,5	0,5	0	14	15
4.	Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей	0,5	0,5	4	14	19
5	Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей	0,5	0,5	0	14	15
6	Физический принцип влияния смазки, ее разновидности	0,5	0,5	0	14	15
7	Методы исследования изнашивания	0,5	0,5	0	14	15
8	Обобщенные, физические представления о природе трения	0,5	0,5	0	14	15
9	Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов	0,5	0,5	0	14	15
	Экзамен					9
Итого:		4	4	4	54	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Ведение конспекта лекций должно сопровождаться графическими построениями, раскрывающими основные положения и методы курса. Заголовки тем и разделов должны быть выделены, чертежи и схемы выполнены карандашом. Новые термины и определения следует давать с пояснениями, общепринятыми сокращениями или аббревиатурой, которые позволяют сократить запись. Пропущенные лекции должны быть переписаны. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практическом занятии.
Практические и лабораторные занятия	В процессе освоения дисциплины студенты выполняют лабораторные работы, результаты наблюдений оформляют в отдельной тетради. При защите лабораторных работ студент отвечает на вопросы, касающиеся теории и методики проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отработанные методы решения задач и приобретенные навыки анализа и проверки выполненных решений.

Для достижения планируемых результатов обучения используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; науч. ред. Л.А. Алешина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2012. - 560 с. - (Мир физики и техники). - ISBN 978-5-94836-327-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466 (21.11.2017).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
02	Механика контактного взаимодействия и физика трения: от нанотрибологии до динамики землетрясений / . - Москва : Физматлит, 2013. - 350 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 342-345. - ISBN 978-5-9221-1443-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457680 (21.11.2017).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
03.	Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов .— Москва : Лань, 2011 .— 288 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— .— Библиогр.: с. 282-283 .— ISBN 978-5-8114-1001-9 : 647,40 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023 > (21.11.2017).
04.	Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков .— Москва : Лань, 2010 .— 218 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— .— ISBN 978-5-8114-0923-5 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=262 >. (21.11.2017).

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Интерактивные материалы (презентации) ко всем темам курса технической механики.
2	Методические указания по выполнению лабораторных работ

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Технологии создания и обработки тестовых заданий (тестовая оболочка MyTestX).
Сетевые технологии (федеральный портал «Российское образование» <http://edu.ru>, Академик. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>)
Программный продукт для выполнения лабораторных работ.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория механики и молекулярной физики, оборудование для выполнения лабораторных работ.

Для проведения лекционных и практических занятий - аудитория, рассчитанная на группу из 12-14 человек, снабженная компьютером, проектором, экраном, доской.

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся
ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • характер взаимодействия поверхностей тел на границе контакта при взаимном перемещении, в том числе с учетом влияния сред; • основные методы физического (теоретического) моделирования трибосистем и расчётных схем процесса трения; • существующие методы расчета прочности, изнашивания и долговечности материала при трении. 	<p>Раздел 2 Некоторые свойства твердых тел. Раздел 9 Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов</p>	<p>Реферат Устный опрос</p>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать законы физики при столкновении механической и электромагнитной природы трения, в том числе, в процессе решения задач профессиональной направленности; • истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в природе и технике. 	<p>Раздел 2 Некоторые свойства твердых тел. Раздел 9 Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов</p>	<p>Реферат Устный опрос Отчет по лабораторной работе</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • терминологией физики контактного взаимодействия; • экспериментальными навыками исследования процесса трения; • способами ориентации в профессиональных источниках 	<p>Раздел 2 Некоторые свойства твердых тел. Раздел 9 Методы прогнозирования изнашивания контактирующих материалов</p>	<p>Реферат Устный опрос Отчет по лабораторной работе</p>

	информации (журналы, сайты, образовательные порталы и др.).		
ПК-18 умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	Знать: методы экспериментальных исследований трибосистем, правилами их эксплуатации, диагностики, способы повышения долговечности.	Раздел 3 Изменение структуры материалов при деформировании. Раздел 4 Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей. Раздел 5 Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей. Раздел 6 Физический принцип влияния смазки, ее разновидности. Раздел 7 Методы исследования изнашивания. Раздел 8 Обобщенные, физические представления о природе трения.	Реферат Устный опрос Отчет по лабораторным работам
	Уметь: • истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в конструкторских разработках, в металловедческих испытаниях и в технологических решениях.	Раздел 3 Изменение структуры материалов при деформировании. Раздел 4 Особенности проявления трения в машиностроении. Методы анализа поверхностей. Раздел 5 Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей. Раздел 6 Физический принцип влияния смазки, ее разновидности. Раздел 7 Методы исследования изнашивания. Раздел 8 Обобщенные, физические представления о природе трения.	Реферат Устный опрос Отчет по лабораторным работам
	Владеть: экспериментальными навыками исследования процессов формообразования при изготовлении деталей механизмов и машин.	Раздел 3 Изменение структуры материалов при деформировании. Раздел 4 Особенности проявления трения в	Реферат Устный опрос Отчет по лабораторным работам

		<p>машиностроении. Методы анализа поверхностей. Раздел 5 Износ и методы лабораторного анализа износа поверхностей. Раздел 6 Физический принцип влияния смазки, ее разновидности. Раздел 7 Методы исследования изнашивания. Раздел 8 Обобщенные, физические представления о природе трения.</p>	
Промежуточная аттестация			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение истолковывать положительные и отрицательные проявления трения в конструкторских разработках, в металловедческих испытаниях и в технологических решениях;
- 5) владение экспериментальными навыками исследования процессов формообразования при изготовлении деталей механизмов и машин.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области трибологии.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание некоторых вопросов.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум (трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление об</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>

<i>излагаемом материале, допускает неточности в определении понятий, терминов, законов, не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения.</i>		
Обучающийся не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотнести теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

1. Абразивное изнашивание. Адгезионное изнашивание. Износ как перенос материала из зоны трения.
2. Влияние фрикционных колебаний на прочность деталей. Причины фрикционных автоколебаний в их проявление в технике.
3. Дефекты кристаллического строения и их общие свойства. Макроструктура твёрдых тел (поликристаллы). Аморфные структуры твёрдых тел.
4. Деформации упругого полупространства под влиянием поверхностных сил. Теория контактного взаимодействия Герца. Контакт упругих тел с искривленной поверхностью.
5. Деформация упругого полупространства под действием сосредоточенной и распределенной силы. Касательная контактная задача при отсутствии проскальзывания.
6. Деформация упругого полупространства под действием сосредоточенной и распределенной силы. Касательная контактная задача с учетом микропроскальзывания.
7. Зависимость коэффициента трения от различных условий: продолжительности контакта, нормальной силы, шероховатости поверхности контакта, скорости скольжения. Теория Боудена и Тейбора.
8. Зависимость коэффициента трения от температуры. Температурные вспышки в микроконтакте. Термомеханическая неустойчивость.
9. Закон Кулона. Трение покоя и трение скольжения. Угол трения. Физическая природа сил трения: механическое сопротивление, действие электромагнитных сил. Коэффициент трения.
10. Контакт твердого тела с упругим полупространством. Теория нормального контактного взаимодействия с адгезией Джонсона.
11. Контактные взаимодействия упругих тел при качении. Распределение напряжений в месте контакта тел при качении.
12. Модель контактного взаимодействия Гринвуда и Вильямсона. Пластическая деформация шероховатостей. Электрические контакты. Тепловые контакты.
13. Молекулярно–механическая теория трения. Деформационно–адгезионная теория трения. Закон аддитивности трения.
14. Неустойчивость, обусловленная зависимостью коэффициента трения от скорости скольжения и в системе с распределенной упругостью.
15. Особенности проявления трения и контактного взаимодействия между телами. Развитие механики контактного взаимодействия и физики трения. Классификация трения.
16. Причины фрикционного контактного взаимодействия.
17. Простые контактные задачи. Качественные методы оценки контактов с трехмерными упругими телами.

18. Релаксация напряжений и диссипация энергии в вязкоупругом материале. Реологические модели эластомеров. Модель резины. Изменение модуля сдвига эластомеров.
19. Силы межмолекулярного взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса и их влияние на поверхностный слой материалов. Клейкая лента.
20. Стандартная классификация видов изнашивания трибопар. Водородное изнашивание. Изнашивание при избирательном переносе.
21. Термодинамическая модель трения. Уравнения энергетического баланса трения. Энергетическая интерпретация коэффициента трения Леонардо да Винчи.
22. Трибологические системы со смазкой. Гидродинамическая теория смазки. Вязкая адгезия. Реология смазочных материалов.
23. Трибологические системы со смазкой. Граничная смазка. Эластогидродинамическая смазка. Твердые смазки.
24. Условия для трения с минимальным износом. Износ эластомеров. Влияние ультразвуковых колебаний на силу трения.
25. Физическая природа сил адгезии. Адгезия между телами с искривленной поверхностью. Качественные оценки сил адгезии между упругими телами. Влияние шероховатости поверхности на адгезию.
26. Физическая природа сил адгезии. Адгезия между телами с искривленной поверхностью. Качественные оценки сил адгезии между упругими телами. Влияние шероховатости поверхности на адгезию.
27. Фрикционные колебания и способы борьбы с ними. Влияние фрикционных колебаний на износ деталей.
28. Электрические контакты. Тепловые контакты. Механическая жесткость контактов. Уплотнения. Шероховатость и адгезия.

19.3.2 Темы курсовых работ

Не предусмотрена учебным планом.

19.3.3 Темы рефератов

1. Значимость трибологии и триботехники в машиностроении.
2. История развития науки о трении.
3. Кристаллическая структура твёрдых тел.
4. Дефекты кристаллического строения и их причины.
5. Деформации тел. Виды деформаций.
6. Механизмы пластической деформации.
7. Молекулярно–механическая теория трения.
8. Деформационно–адгезионная теория трения.
9. Основные характеристики фрикционных связей.
10. Классификация видов изнашивания трибопар.
11. Функционально-физический принцип смазки.
12. Обобщённые характеристики видов разрушения.
13. Методы прогнозирования по адгезионным исследованиям.
14. Методы прогнозирования по когезионным характеристикам.
15. Методы прогнозирования по характеру поведения физико-механических свойств материалов.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций.

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущий контроль успеваемости проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа), лабораторных работ. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность: 15.03.01 Машиностроение

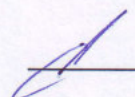
Профиль подготовки: Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Дисциплина: Б1.В.ДВ.1.1 Трибология

Форма обучения: очная, заочная

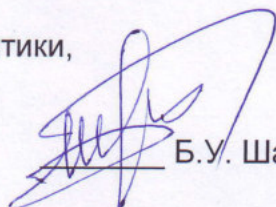
Ответственный исполнитель

Декан факультета
физико-математического и естественно-
научного образования

 С. Е. Зюзин 25.11.2017


Исполнители

Профессор кафедры прикладной математики,
информатики, физики и методики
их преподавания


 Б.У. Шарипов 25.11.2017

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета
физико-математического и естественно-
научного образования

 С. Е. Зюзин 25.11.2017

Заведующий библиотекой

 Н. В. Моторина 25.11.2017

Представитель
профильной организации,
директор по производству
ООО «Грибановский
машиностроительный завод»

 Н. Ф. Ртищев 25.11.2017



Программа рекомендована НМС факультета физико-математического и естественно-научного образования протокол № 3 от 23.11.2017 г.