

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

элективной дисциплины части, формируемой участниками образовательных
отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Научные основы трибологии»

Направление подготовки магистров – 15.04.05 Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Направленность (профиль) – Технологии машиностроения.

Типы задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский.
производственно-технологический.

Форма обучения – очная.

Машиностроительный факультет.

Кафедра «Прикладная физика».

Тверь 20_____

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: профессор кафедры «Прикладная физика»

В.В. Измайлов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Прикладная физика»
« ____ » _____ 20 ____ г., протокол №

Заведующий кафедрой

А.Н. Болотов

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Барчуков Д.А.

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины - получение учащимися современных научных представлений о физической природе явлений, протекающих на фрикционном контакте и способах повышения надежности и эффективности узлов трения.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний о физических, химических, биологических и других явлениях, связанных с трением и изнашиванием;
- формирование знаний о современных теориях трения и изнашивания;
- формирование знаний о характеристиках и областях применения фрикционных, антифрикционных и смазочных материалов;
- формирование умений проводить исследования процессов трения и изнашивания и определять триботехнические характеристики материалов и узлов,
- формирование умений применять на практике конструктивные, технологические и эксплуатационные методы повышения надежности и эффективности фрикционных узлов, в том числе с помощью нанотехнологий и наноматериалов.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Значение дисциплины определено универсальным характером и ключевой ролью процессов трения и изнашивания в обеспечении надежности и долговечности современного технологического, энергетического и транспортного оборудования.

Для изучения курса требуются знания, умения и навыки по таким дисциплинам, как физика, химия, высшая математика, материаловедение, технология машиностроения, приобретенные в процессе обучения по образовательной программе высшего образования уровня бакалавриата или специалитета.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при осуществлении профессиональной деятельности в сфере научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок в области машиностроения или в качестве специалиста машиностроительного производства.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию, устанавливает факторы возникновения проблемной ситуации и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.

ИУК-1.2. Вырабатывает стратегию достижения поставленной цели.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИУК-1.1.:

Знать:

31. Основные положения современных теорий трения и изнашивания, основные факторы, определяющие надежность и эффективность фрикционных узлов.

Уметь:

У1. Выделять ключевые факторы, влияющие на показатели надежности и эффективности данного фрикционного узла исходя из его назначения и условий эксплуатации.

ИУК-1.2.:

Знать:

32. Современные конструкционные, технологические и эксплуатационные способы обеспечения надежности и эффективности узлов трения.

Уметь:

У2. Применять современные способы обеспечения надежности и эффективности узлов трения на всех этапах жизненного цикла изделия.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и лабораторных занятий, самостоятельная работа.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Аудиторные занятия (всего)		20
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		10
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		52
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		12
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ		20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		20
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Природа технических поверхностей и процессов контактного взаимодействия.	22	3	0	2	10
2	Природа внешнего трения и процессов изнашивания	28	3	0	8	22
3	Способы создания триботехнических узлов и материалов с заданными характеристиками.	22	4	0	0	20
Всего на дисциплину		72	10	0	10	52

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1. Природа технических поверхностей и процессов контактного взаимодействия:

Физико-химические, механические и геометрические характеристики технических поверхностей на макро-, мезо-, микро- и наноуровне. Экспериментальные методы определения характеристик технических поверхностей. Механика контактного взаимодействия тел правильной формы при упругом и пластическом контакте. Механика и физика контактного взаимодействия технических поверхностей. Площади контакта, контактные деформации, контактные давления.

МОДУЛЬ 2. Природа внешнего трения и процессов изнашивания:

Виды и основные закономерности трения. Молекулярно – механическая теория внешнего трения. Трение без смазочного материала, трение при граничной смазке. Гидродинамический режим трения. Трение качения. Основные закономерности изнашивания. Характеристики износостойкости. Классификация видов изнашивания. Теоретические методы оценки интенсивности некоторых видов изнашивания. Влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на интенсивность изнашивания.

МОДУЛЬ 3. Способы создания триботехнических узлов и материалов с заданными характеристиками:

Принципы инженерии поверхностей. Механизм смазочного действия. Жидкие, консистентные и твердые смазочные материалы, присадки. Фрикционные

и антифрикционные функциональные материалы. Конструктивные, технологические и эксплуатационные методы снижения износа и потерь на трение. Экспериментальные методы в триботехнике, диагностика машин по критерию износа.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Тематика лабораторных занятий (ЛЗ) и их трудоемкость

Модули. Цели ЛЗ	Лабораторные работы	Трудоемкость в часах
Модуль 1. Цель: систематизировать знания в области геометрических и физико-механических характеристик поверхности твердого тела	Исследование микрогеометрии поверхности и определение ее характеристик.	4
Модуль 2. Цель: сформировать навыки экспериментального определения фрикционных характеристик материалов.	Определение коэффициента трения в контакте гибкой ленты со стальным шкивом	2
	Определение коэффициента трения качения	2
	Определение коэффициента вязкости жидкого смазочного материала	2

5.4. Практические занятия

Учебным планом практические занятия не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Повторение изученного материала, закрепления и углубления знаний, полученных на аудиторных занятиях, для подготовки к зачету.

Формирование умения изучать, анализировать и критически оценивать учебную и научную литературу; самостоятельно приобретать новые знания, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий.

Формирование умения аргументированно отстаивать свои предложения, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к выполнению и защите лабораторных работ, зачету, в подготовке презентации.

6.3. Содержание самостоятельной работы

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение:

Модуль 1. Природа технических поверхностей и процессов контактного взаимодействия

Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты в кристаллах. Механические свойства материалов. Сверхпластичность металлов. Виды разрушения. Вязкое, хрупкое разрушение. Явление несовершенной упругости. Упругий гистерезис и последствие. Релаксация напряжений. Ползучесть, усталость.

Модуль 2. Природа внешнего трения и процессов изнашивания.

Тепловыделение при внешнем трении. Теплофизические характеристики материалов. Влияние температуры на трибологические характеристики пар трения. Температура на скользящем контакте. Максимальная и средняя температуры поверхности трения, температура вспышки, объемная температура.

Модуль 3. Способы создания триботехнических узлов и материалов с заданными характеристиками.

Специфические методы организации граничной смазки: избирательный перенос (эффект безызносности), эффект трибополимеризации.

Принципы создания новых материалов на основе структурной приспособляемости и самоорганизации трибосистем.

Трибологические базы данных. Методы диагностики износа (полярография, седиментометрия, акустические, электрофизические, оптические и др. методы).

Триботехнические источники загрязнений окружающей среды. Методики оценки экономической эффективности и экологической чистоты триботехнических систем.

Таблица 4. Темы докладов (презентаций)

Модули	Возможная тематика доклада (презентации)
Модуль 1	<ol style="list-style-type: none">1. Способы получения поверхностей деталей машин с регулярным микрорельефом. Преимущества таких поверхностей.2. Инженерия поверхностей деталей машин. Применение инженерии поверхностей в трибологии.3. Физические средства в инженерии поверхностей и трибологии: сканирующий туннельный микроскоп (STM), атомный силовой микроскоп (AFM), фрикционный силовой микроскоп (FFM)
Модуль 2	<ol style="list-style-type: none">1. Физические теории трения (Томлинсона, Френкеля – Конторовой, модель трения «Cobblestone»)2. Современные методы восстановления изношенных поверхностей деталей машин.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Трение на наноуровне (нанотрибология). 4. Трение в вакууме. 5. Роль колебаний и вибрации в процессе трения. Положительные и отрицательные проявления колебаний и вибрации в трении. 6. Трение при обработке металлов давлением. 7. Трение при высоких и сверхвысоких скоростях 8. Классификация видов изнашивания. Природа основных видов изнашивания. 9. Изнашивание как случайный процесс. Вероятностный механизм изнашивания 10. Фреттинг-изнашивание, его природа и борьба с ним. 11. Современные методы трибодиагностики и трибомониторинга.
Модуль 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Современные антифрикционные материалы. 2. Современные фрикционные материалы. 3. Современные износостойкие материалы. 4. Магнитные смазочные материалы, области их применения, их преимущества и недостатки 5. Применение покрытий поверхностей трения для повышения их износостойкости 6. Применение полимеров в узлах трения. 7. Трибология на железнодорожном транспорте. 8. Трибология в автомобильном транспорте. 9. Биомедицинские аспекты трибологии 10. Трибология микро/наноэлектромеханических систем (МЭМС/НЭМС)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Пенкин, Н.С. Основы трибологии и триботехники : учеб. пособие для вузов по специальности 170600 "Машины и аппараты пищевых производств" направления подгот. 655800 "Пищевая инженерия" : в составе учебно-методического комплекса / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. - 2-е изд. ; стер. - Москва : Машиностроение, 2011. - 207 с. : ил., табл. - (Для вузов). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94275-583-6 : 363 p. - (ID=92477-2)
2. Пенкин, Н.С. Основы трибологии и триботехники : учебник для вузов по спец. 170600 "Машины и аппараты пищ. пр-в" напр. 655800 "Пищ. инженерия" : в составе учебно-методического комплекса / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. - Москва : Машиностроение, 2008. - 207 с. : ил. - (Для вузов). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-217-03437-6 : 264 p. - (ID=73979-11)

3. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общей редакцией А.В. Чичинадзе. - Москва : Машиностроение, 2003. - 575 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-217-03193-X : 660 p. - (ID=16453-9)
4. Основы трибологии (трение, износ, смазка) : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / А.В. Чичинадзе [и др.]; под общей редакцией А.В. Чичинадзе. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 663 с. : ил. - (Федерал. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 - 2000 годы"). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-217-03053-4 : 70 p. - (ID=8780-26)
5. Хопин, П.Н. Трибология : учебник для вузов / П.Н. Хопин, С.В. Шишкин. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-14021-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/496771> . - (ID=139613-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Измайлов, В.В. Контакт твердых тел и его проводимость : монография : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0525-7 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/81780> . - (ID=81780-1)
2. Измайлов, В.В. Контакт твердых тел и его проводимость : монография : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 110 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 104 - 107. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0525-7 : [б. ц.]. - (ID=81499-53)
3. Когаев, В.П. Прочность и износостойкость деталей машин : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов. - М. : Высшая школа, 1991. - 319 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 1 р. 60 к. - (ID=85959-11)
4. Сорокин, Г.М. Трибология сталей и сплавов : учебник для вузов по спец. "Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов" / Г.М. Сорокин. - Москва : Недра, 2000. - 317 с. - (Высшее образование). - Библиогр. : с. 314 - 315. - ISBN 5-247-03838-X : 140 p. - (ID=10700-3)

7.3. Методические материалы

1. Гусев, А.Ф. Лабораторный практикум. Трибология : учебно-методическое пособие / А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 52 с. - Текст : непосредственный. - 126 p. 75 к. - (ID=138763-55)
2. Гусев, А.Ф. Лабораторный практикум. Трибология : учебно-методическое пособие / А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 52 с. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/137909> . - (ID=137909-1)

3. Гусев, А.Ф. Лабораторный практикум. Трибология : в составе учебно-методического комплекса / А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ ; под ред. В.В. Измайлова. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 32 с. : ил. - (УМК-П). - Текст : непосредственный. - 44 р. - (ID=113468-75)

4. Гусев, А.Ф. Лабораторный практикум. Трибология : в составе учебно-методического комплекса / А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ ; под ред. В.В. Измайлова. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112881> . - (ID=112881-1)

5. Оценочные средства в форме экзамена по дисциплине "Научные проблемы трибологии". Направление подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Технология машиностроения. Направление 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Технология и автоматизация производства в машиностроении : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Прикладная физика ; сост. В.В. Измайлов. - Тверь, 2017. - (УМК-В). - Текст : электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=121804-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

2. Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/115892>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения учебных занятий по курсу «Научные основы трибологии» имеются:

- учебная лаборатория, оснащенная современным оборудованием и приборами,
- учебный класс для проведения компьютерного тестирования знаний по курсу;
- мультимедийное оборудование для демонстрации учебных материалов.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

При ответе на вопросы допускается использование справочными данными, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время дополнительного итогового контрольного испытания задание после возвращения студента ему заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Особенности строения поверхностных слоев твердых тел. Адсорбция, десорбция, адгезия и когезия, их роль в процессе трения.

2. Микро- и наношероховатость поверхностей твердых тел. Характеристики микро- и наношероховатости. Методы измерения характеристик микро- и наношероховатости.
3. Контактное шероховатых поверхностей. Дискретность контакта. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта.
4. Упругий, пластический и упругопластический контакт. Критерии перехода от одного вида контакта к другому.
5. Классификация видов трения. Коэффициент трения. Современное представление о природе трения.
6. Влияние температуры на фрикционные характеристики контакта.
7. Трение качения. Влияние различных факторов на трение качения.
8. Классификация видов изнашивания. Характеристики основных видов изнашивания.
9. Случайный характер процесса изнашивания. Вероятностные характеристики процесса изнашивания.
10. Процесс приработки узлов трения, критерии его окончания, пути сокращения длительности процесса.
11. Модели разрушения поверхностей при различных видах изнашивания.
12. Понятие о смазке и смазочном действии. Жидкостная смазка. Диаграмма Герси - Штрибека. Граничная смазка.
13. Жидкие смазочные материалы. Присадки к смазочным маслам. Пластичные смазочные материалы и их основные свойства. Твердые смазочные материалы.
14. Требования к материалам для антифрикционных и фрикционных узлов трения.
15. Технологические способы повышения износостойкости поверхностных слоев деталей машин.
16. Конструктивные способы повышения износостойкости поверхностных слоев деталей машин.
17. Методы трибодиагностики и трибомониторинга.
18. Нанотрибология.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового уровня - 0 балл.

Базовый уровень – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 12.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты лабораторных работ и презентации.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

На лекциях главное внимание следует уделять базовым вопросам курса и основным эффектам и явлениям. Дополнить конспект лекций студент должен, пользуясь рекомендованными учебниками, учебно-методическими пособиями и другими источниками информации. Для получения прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

Лабораторный практикум ориентирован на экспериментальное изучение наиболее важных для практики машиностроения триботехнических понятий, явлений, экспериментальных методов, овладение техникой измерений и корректной обработки их результатов. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно проводили измерения, расчеты и анализ полученных результатов, грамотно и аккуратно оформляли отчет по каждой лабораторной работе. Следует учесть, что своевременно выполнить график лабораторного практикума невозможно без самостоятельной внеаудиторной подготовки студентов.

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами зачетных единиц и правилами балльно-рейтинговой оценки.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
Профиль – Технологии машиностроения

Кафедра «Прикладная физика»
Дисциплина «Научные основы трибологии»
Семестр 4

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ №_1__**

- 1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:*
Что такое номинальная, контурная и фактическая площади контакта деталей машин?
- 2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:*
Перечислите основные конструктивные способы повышения износостойкости поверхностных слоев деталей машин.
- 3. Вопрос для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:*
В соответствии с исходными данными, выданными преподавателем, оцените величину линейного износа детали (толщину изношенного слоя) и линейную интенсивность изнашивания. Укажите, какому классу износостойкости она соответствует. Для расчета воспользуйтесь уравнением Хольма – Арчарда.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель:

профессор кафедры «Прикладная физика» _____ В.В. Измайлов

Заведующий кафедрой «Прикладная физика» _____ А.Н. Болотов