

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
А.Н.Яковлев
« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы трибологии		
Направление подготовки/специальность	15.04.01 Машиностроение	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Технологии космического материаловедения	
Специализация	Технологии космического материаловедения	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	2	семестр 3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	-
	Лабораторные занятия	16
	ВСЕГО	32
Самостоятельная работа, ч		78
ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОМ
------------------------------	-------	------------------------------	----

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Клименов В.А.
		Мартюшев Н.В.
		Тарасов С.Ю.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК(У)-2.B1	Владеет идеологией управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.Y1	Уметь применять методы управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.31	Знает жизненный цикл изделий машиностроительных производств
		УК(У)-2.B2	Владеет опытом выбора способов продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.Y2	Уметь выбирать способы продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.32	Знать основные положения трибологии
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.B1	Владеть навыками построения моделей и решения конкретных задач в области машиностроительных производств, их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.B2	Владеть навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ
		ОПК(У)-2.B3	Владеть навыком использование методов компьютерного моделирования машиностроительных производств, математических и кинематических моделей
		ОПК(У)-2.Y1	Уметь применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.Y2	Уметь использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач
		ОПК(У)-2.Y3	Уметь применять методы компьютерного моделирования машиностроительных производств, математические и кинематические модели
		ОПК(У)-2.31	Знать современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике
		ОПК(У)-2.32	Знать пакеты прикладных программ и компьютерной графике
		ОПК(У)-2.33	Знать методы компьютерного моделирования машиностроительных производств, математические и имитационные модели
		ОПК(У)-2.35	Знать методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов, явлений и объектов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для обработки новых материалов и защиты изделий из них	УК(У)-2
РД2	Применять глубокие знания в области применения новых материалов и технологий для повышения износостойкости и несущей способности пар трения; разработки и применения смазочных материалов	УК(У)-2
РД3	Решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с	ОПК(У)-2

	созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения	
РД4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях	ОПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. <i>Свойства трущихся тел и их поверхностей</i>	РД-1 РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 2 <i>Контактное взаимодействие твердых тел. Физико-химические процессы при трении</i>	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 3 <i>Смазка и смазочное действие</i>	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	19
Раздел (модуль) 4 <i>Виды и характеристики изнашивания</i>	РД-2, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	21

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Свойства трущихся тел и их поверхностей

Триботехника, как прикладной раздел трибологии, который охватывает конечную стадию создания узлов и деталей трения. Методы расчета и конструирования, изготовления, испытания, смазки, эксплуатации, диагностирования и ремонта узлов трения. Место дисциплины в подготовке инженеров механиков и технологов. Методы исследования структуры и свойств граничных слоев (оптические, дифракционные, электрические, радиометрические, ультразвуковые, магнитные и др.)

Темы лекций:

1. Типовые узлы трения и причины выхода их из строя. Характеристики трибоматериалов. Экспериментальные методы и оборудование в трибологии
2. Материалы, применяемые для изготовления узлов трения. Конструкционные (металлические и неметаллические) и смазочные материалы космической техники. Узлы трения космической техники. Технологии упрочнения

Названия лабораторных работ

1. Знакомство с оборудованием для испытаний материалов на трение (машины трения УМТ и СМТ).
2. Определение коэффициента трения в паре бронза-сталь на машине трения СМТ-1 по схеме вал-колодка

Раздел 2. Контактное взаимодействие твердых тел. Физико-химические процессы при трении

Геометрия поверхностей твердых тел и ее описание. Механика контактного взаимодействия. Виды контакта: упругий, пластический, упруго-пластический. Микро и макрогеометрия контакта. Физическая природа трения. Различие между внешним и внутренним трением. Физические и химические явления при трении: термоэлектронные, электрические, акустические, световые, теплообменные, массообменные, трибохимические. Определение сил и коэффициентов внешнего трения. Зависимости коэффициента трения от нагрузки, скорости скольжения, температуры и конструкции узла трения. Трение различных материалов: кристаллов, алмаза, слоистых твердых тел, хрупких тел, металлических и полимерных материалов. Основные теоретические зависимости, используемые в трибологических расчетах. Тепловые процессы при трении. Влияние температуры и температурного градиента на процессы, протекающие на поверхностях трения и в объемных слоях твердых тел. Постановка и методы решения температурных задач трения для тормозов, муфт сцепления, зубчатых передач, подшипников скольжения и качения.

Темы лекций:

1. Расчет площади контакта двух поверхностей. Геометрические характеристики поверхностей твердых тел. Деформация и фрагментирование материалов в зоне трения. Сдвиговая неустойчивость.
2. Влияние факторов космического пространства на материалы и элементы конструкций космического аппарата. Трибологические эксперименты в условиях космоса

Названия лабораторных работ:

1. Изучение сухого трения на машине трения УМТ по схеме диск-палец. Определение износа образцов и коэффициента трения в зависимости от времени испытаний.

Раздел 3. Смазка и смазочное действие.

Смазка и смазочные материалы. Виды смазочных материалов. Основные термины и определения. Условия реализации режимов смазки. Гидродинамическая смазка. Основное уравнение гидродинамической теории смазки (уравнение Рейнольдса). Газовая смазка. Граничная смазка. Современные представления о механизме образования, строении и механизме смазочного действия граничных слоев. Специфические методы организации граничной смазки (двухслойная смазка, избирательный перенос, трибополимеризация). Смешанная (полужидкостная) смазка.

Темы лекций:

1. Подшипники скольжения. Типы диаграммы нагружения. Управление нагруженностью.
2. Смазочно-охлаждающие жидкости. Виды смазочных материалов и их классификация. Гидродинамическая смазка. Основное уравнение гидродинамической теории смазки (уравнение Рейнольдса).

Названия лабораторных работ:

1. Изучение структуры поверхности трения при абразивном, адгезионном, усталостном и др. видах изнашивания. Ч1.
2. Изучение структуры поверхности трения при абразивном, адгезионном, усталостном

Раздел 4. Виды и характеристики изнашивания

Классификационные признаки и виды изнашивания. Кинетика изнашивания. Характеристика основных видов изнашивания (абразивное, гидро- и газоабразивное, гидро- и газоэрозионное, усталостное, кавитационное, изнашивание при схватывании, изнашивание при ударных воздействиях, коррозионно-механическое, при фреттинг-коррозии, при избирательных массообменных процессах, электроэрозионное, водородное и др.). Примеры изнашивания отдельных деталей и узлов трения при различных режимах и условиях эксплуатации. Основы разрушения поверхностей твердых тел при трении. Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения. Методы испытаний узлов трения. Роль трибологии в решении проблем безопасности, экологии, экономики.

Темы лекций:

1. Классификация видов износа при трении. Методы нанесения износостойких покрытий. Технологические методы обеспечения износостойкости в процессе изготовления деталей и узлов.
2. Аддитивные и субтрактивные технологии производства металлических деталей и элементов конструкций

Названия лабораторных работ:

1. Изучение микроструктуры поверхностного слоя, образованного при трении Ч1.
2. Изучение микроструктуры поверхностного слоя, образованного при трении Ч2.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Пенкин, Н. С. Основы трибологии и триботехники: учебное пособие / Н. С. Пенкин, А. Н. Пенкин, В. М. Сербин. - 2-е изд. - Москва: Машиностроение, 2012. - 208 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/63220> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
2. Мамонова, М. В. Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы: монография / М. В. Мамонова, В. В. Прудников, И. А.

- Прудникова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59605> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
3. Доценко А.И. Основы триботехники : Учебник / Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. — 336 с.. — Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=988414> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
 4. Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин: учебное пособие / Ю. М. Зубарев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 320 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107932> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Попов В.Л. Контактная механика и физика трения = Kontaktmechanik und reibungsphysik: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Л. Попов; ТПУ. — компьютерный файл (pdf; 3.80 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Текст на немецком языке. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m127.pdf> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный
2. Попов, В. Л. Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений : учебное пособие / В. Л. Попов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 352 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59638> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
3. Чиченев, Н. А. Эксплуатация технологических машин : учебник / Н. А. Чиченев. - Москва : МИСИС, 2014. - 324 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/116897> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
4. Черепяхин, А. А. Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-8114-4303-1. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118618> (дата обращения: 10.05.2020) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; SOLIDWORKS 2020-2021 Education Network; Mozilla Public License 2.0;
2. Mathcad Prime 6.0 Academic Floating

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения	Виброизмерительный комплекс К-5101 - 1 шт.; Вибростенд ВУ-

	учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 102Б	15 - 1 шт.; Система управления автоматизированным триботехническим комплексом АК-1 с программным обеспечением - 1 шт.; Анализатор вибрации "КВАРЦ" - 4 шт.; Система управления и сбора данных - 1 шт.; Комплекс вибродиагностический - 3 шт.; Блок расширительный на 8 каналов измерений - 1 шт.; Виброизмерительный комплекс переносной - 1 шт.; Триботестер АТК-3 - 1 шт.; Инкрементальный энкодер с высоким разрешением DFS60 - 1 шт.; Тензометрический измерительно-вычислительный комплекс - 1 шт.; Лаборатория прототипирования роботов - 1 шт.; Стенд учебный - 12 шт.; Прибор виброизмерительный "АГАТ-М" - 5 шт.; Автоматизированный триботехнический комплекс - 1 шт.; Экспериментальный стенд системы позиционирования для трекового детектора - 1 шт.; Универсальный балансировочный станок с горизонтальной осью вращения, резонансного типа ВМ-050 - 1 шт.; Система управления автоматизированными техническими системами в режиме реального времени - 1 шт.; Преобразователь линейного перемещения ЛИР-7 - 1 шт.; Электронный коммутирующий блок МС-16 - 1 шт.; Автоматизированный стационарный комплекс для измерения и контроля параметров роторных агрегатов Рубин-М1 - 1 шт.; Балансировочный станок ВМ-010 - 1 шт.; Система автоматической настройки инструмента с измерительным датчиком Blum для станка с параллельной кинематикой Metrom P1000 - 1 шт.; Триботехнический испытательный комплекс - 1 шт.; Анализатор вибрации "ОНИКС" - 6 шт.; Автоматический комплекс пробоподготовки - 1 шт.; Система управления шестью шаговыми двигателями МЮИ-6 с программным обеспечением - 1 шт.; Стенд входного контроля подшипников качения "СП-180М" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 3 шт.; Шкаф для документов - 4 шт.; Гумба стационарная - 6 шт.; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 302	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 304	Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест; Телевизор - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение, профиль «Технологии космического материаловедения», специализация «Технологии космического материаловедения» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Профессор ОМ		Тарасов С.Ю.
Доцент ОМ		Сорокова С.Н.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «29» июня 2020 г. №35).

Руководитель выпускающего отделения материаловедения,
д.т.н, профессор

 /Клименов В.А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)