

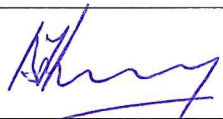
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 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		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Мартюшев Н.В.
Преподаватель		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.В1	Владеет идеологией управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.У1	Уметь применять методы управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.З1	Знает жизненный цикл изделий машиностроительных производств
		УК(У)-2.В2	Владеет опытом выбора способов продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.У2	Уметь выбирать способы продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.З2	Знать основные положения трибологии
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.В1	Владеть навыками построения моделей и решения конкретных задач в области машиностроительных производств, их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.В2	Владеть навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ
		ОПК(У)-2.В3	Владеть навыком использование методов компьютерного моделирования машиностроительных производств, математических и кинематических моделей
		ОПК(У)-2.У1	Уметь применять физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения
		ОПК(У)-2.У2	Уметь использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач
		ОПК(У)-2.У3	Уметь применять методы компьютерного моделирования машиностроительных производств, математические и кинематические модели
		ОПК(У)-2.З1	Знать современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике
		ОПК(У)-2.З2	Знать пакеты прикладных программ и компьютерной графике
		ОПК(У)-2.З3	Знать методы компьютерного моделирования машиностроительных производств, математические и имитационные модели
		ОПК(У)-2.З5	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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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: 20.05.2019) - 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

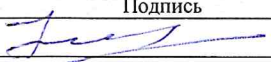
№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения	Виброизмерительный комплекс К-5101 - 1 шт.; Вибростенд ВУ-

	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 2019 г., очная форма обучения).

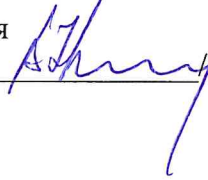
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.01 Машиностроение, профиль «Технологии космического материаловедения», специализация «Технологии космического материаловедения» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОМ		Тарасов С.Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения материаловедения (протокол от «01» июля 2019 г. №19/1).

Руководитель выпускающего отделения материаловедения
д.т.н, профессор

 Клименов В.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от «01» сентября 2020 г. № 36/1