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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы новых производственных технологий
_____ Яковлев А.Н.
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Контактные явления в соединениях технологических машин

Направление подготовки/ специальность	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Конструирование технологического оборудования		
Специализация	Конструирование технологического оборудования.		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		40
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ ИШНПТ

Заведующий кафедрой - руководитель Отделения материаловедения		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Мартюшев Н.В.
Преподаватель		Буханченко С Е.

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	Владеть идеологией управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.В2	Владеть опытом выбора способов продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.У1	Уметь применять методы управления жизненным циклом машиностроительной продукции и ее качеством
		УК(У)-2.У2	Уметь выбирать способы продления ресурса быстроизнашивающихся деталей машин на всех этапах их жизненного цикла
		УК(У)-2.У3	Уметь применять методы и способы утилизации изношенных изделий машиностроения
		УК(У)-2.З1	Знать жизненный цикл изделий машиностроительных производств;
		УК(У)-2.З2	Знать основные положения трибологии
		УК(У)-2.З3	Знать методы и способы утилизации изношенных изделий
ПК(У)-2	Способен участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий и производств с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия, планировать реализацию проектов	ПК(У)-2.В1	Владеть навыками анализа конструкций, компоновок технологического оборудования с компьютерным управлением, конструирования его основных деталей, узлов и подсистем
		ПК(У)-2.В2	Владеть опытом использования основ математической и физической теории надежности элементов технологических систем
		ПК(У)-2.В3	Владеть опытом разработки обобщенных вариантов решения проектных задач, анализа и выбора оптимальных решений
		ПК(У)-2.У1	Уметь анализировать конструкции и компоновки технологического оборудования с компьютерным управлением
		ПК(У)-2.У2	Уметь использовать основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем
		ПК(У)-2.У3	Уметь разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения
		ПК(У)-2.З1	Знать методы и средства научных исследований, используемых в машиностроении и направленных на обеспечение выпуска изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
		ПК(У)-2.З2	Знать основы математической и физической теории надежности элементов технологических систем
		ПК(У)-2.З3	Знать методы и средства создания обобщенных вариантов решения проектных задач, анализа и выбора оптимальных решений

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-6	Способен выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств, а также средства для реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции	ПК(У)-6.В1	Владеть навыками использования новых материалов, нанотехнологий
		ПК(У)-6.В2	Владеть навыками проектирования и расчета систем инструментального обеспечения машиностроительных производств и их подсистем
		ПК(У)-6.У1	Уметь использовать нанотехнологии для изготовления определенных машиностроительных изделий
		ПК(У)-6.У2	Уметь проектировать и рассчитывать инструментальные системы, выбирать технологии их изготовления, транспортные и складские системы инструментообеспечения машиностроительных производств
		ПК(У)-6.З1	Знать новые материалы, используемые в машиностроении, физическую сущность, сущность нанотехнологий, области их применения
		ПК(У)-6.З2	Знать проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств, отечественные и зарубежные инструментальные системы их иерархическую структуру, области использования, функциональное назначение элементов систем и требования, предъявляемые к ним

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля 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	
РД-1	Применять глубокие знания в области современных методов проектирования и технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.	УК(У)-2
РД-2	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием технологических машин и их эксплуатацией, с использованием производственных испытаний, системного анализа, моделирования объектов и процессов машиностроения.	ПК(У)-2
РД-3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования при создании современных высокоэффективных машин, технологий производства изделий, материалов, нано технологий.	ПК(У)-6

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Физика и химия поверхностей твердых тел.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 2. Механика контакта.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Трение скольжения. Трение качения. Гидродинамическое трение.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Изнашивание материалов и деталей машин.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 5. Теоретическая прочность идеально-периодических структур.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. Дислокационная теория пластичности.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6
Раздел 7. Теория трещин. Виды разрушения.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	10
Раздел 8. Физические основы повышения прочности материалов.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	6

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физика и химия поверхностей твердых тел.

Структура поверхностных слоев твердых тел и ее изменение в процессе трения. Атомная природа поверхностей трения. Природа и типы поверхностных сил. Окислы на металлах и механизм их образования. Диффузия в твердых телах. Механизм диффузии. Адгезия твердых тел. Теории адгезии. Схватывание твердых поверхностей.

Раздел 2. Механика контакта.

Деформация металлов и полимеров. Механизмы упругой, вязкоупругой и пластической деформаций. Упругий контакт. Пластический контакт. Условия перехода к пластическому течению. Упруго-пластический контакт. Вдавливание твердого шарового индентора в упруго-пластическую среду. Остаточные напряжения. Вязкоупругий контакт. Упругий контакт гладких тел с учетом адгезии. Соприкосновение и сближение шероховатых поверхностей под нагрузкой. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта.

Раздел 3. Трение скольжения. Трение качения. Гидродинамическое трение.

Основные законы трения. Условие перехода от упругого контакта к пластическому и от пластического к микрорезанию. Трение покоя. Переход от трения покоя к трению скольжения. Двойственная природа трения. Адгезионная и деформационная составляющие трения. Простые модели трения. Основные теории трения (молекулярная, молекулярно-кинетическая, энергетическая и др.). Зависимость трения от нагрузки, скорости скольжения, температуры, шероховатости. Природа трения качения. Теории проскальзывания. Контактные напряжения и деформации при качении под нагрузкой. Основные виды разрушения поверхностей деталей: усталостное выкрашивание, фреттинг, отслаивание. Гидродинамический клин. Основные положения упруго-гидродинамической теории смазки. Распределение давления. Гидростатическая смазка.

Раздел 4. Изнашивание материалов и деталей машин.

Простая модель изнашивания. Основные механизмы изнашивания. Абразивное изнашивание (изнашивание закрепленными и свободными частицами). Влияние твердости на абразивное изнашивание. Адгезионное изнашивание. Усталостное изнашивание. Коррозионное изнашивание. Фреттинг. Эрозийное изнашивание. Кавитационное изнашивание. Комбинированные механизмы изнашивания (коррозионномеханическое, молекулярно-механическое и т.д.). Методы повышения износостойкости деталей машин (конструкционные, технологические, материаловедческие, эксплуатационные).

Раздел 5. Теоретическая прочность идеально-периодических структур.

Понятие прочности твердых тел. Физическая природа прочности. Теоретическая прочность идеальных (бездефектных) ионных кристаллов. Величины теоретической и реальной прочности некоторых конструкционных материалов и химических элементов. Зависимость прочности от чистоты химических элементов. Механизмы и факторы, снижающие прочность материалов: дислокации, микро- и макротрещины, внешние среды, температура и т.д.

Раздел 6. Дислокационная теория пластичности.

Дислокационные дефекты кристаллической решетки. Виды дислокаций (краевые, винтовые, смешанные). Элементы дислокаций. Динамика винтовой и краевой дислокации. Механизмы размножения дислокаций. Источники дислокаций. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами решетки (вакансиями, атомами внедрения и замещения, керамическими включениями, волокнами и т.д.). Плоские скопления дислокаций. Линии скольжения. Деформационное двойникование. Образование микротрещин в результате скопления дислокаций около препятствий (границ зерен, включений и т.д.).

Раздел 7. Теория трещин. Виды разрушения.

Микро- и макротрещины. Напряженно-деформированное состояние в области вершины трещины нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига. Теория разрушения Гриффитса. Теория разрушения Ирвина. Критический коэффициент интенсивности напряжений, как критерий разрушения. Величины критических коэффициентов интенсивности напряжений конструкционных материалов. Динамика трещин. Процесс ветвления трещин. Трещины в упругопластических средах. Трещины в вязкоупругих и вязкопластичных средах. Рост трещин при циклическом нагружении.

Раздел 8. Физические основы повышения прочности материалов.

Создание идеальных (бездефектных), специально ориентированных атомномолекулярных структур. Получение металлов с аморфной атомной структурой (металлические аморфы). Методы торможения дислокаций и трещин: термические и механические обработки,

облучение ионными пучками, легирование, армирование керамическими включениями (металлокерамика) и высокопрочными волокнами.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка научных статей

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Попов, В.Л. Контактная механика и физика трения [Электронный ресурс] = Kontaktmechanik und reibungsphysik: учебное пособие / В.Л. Попов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 3.80 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m127.pdf (дата обращения: 06.06.2020)
2. 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. — ISBN 978-5-94275-583-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63220 (дата обращения: 04.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Колесников, Ю.В. Механика контактного разрушения / Ю.В. Колесников, Е.М. Морозов. – 3-е изд. – Москва: URSS, 2010. – 220 с.: ил.
3. Сергиенко, В. П. Вибрация и шум в нестационарных процессах трения / В. П. Сергиенко, С. Н. Бухаров. — Минск : Белорусская наука, 2012. — 346 с. — ISBN 978-985-08-1450-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90543 (дата обращения: 04.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Комбалов, В. С. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов : справочник / В. С. Комбалов ; под редакцией К. В. Фролова, Е. А. Марченко. — Москва : Машиностроение, 2007. — 384 с. — ISBN 978-5-217-03370-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/743 (дата обращения: 04.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Механика материалов и конструкций. Сборник задач: учебное пособие для вузов по направлениям "Энергомашиностроение", Машиностроительные технологии и оборудование"/ Ю.А. Окопный [и др.]; под ред. В.П. Чиркова. – М.: Машиностроение, 2004. – 413 с. – Текст непосредственный - 1 экз.
2. Гаркунов, Д.М. Триботехника: учебное пособие / Д.Н.Гаркунов, Э. Л. Мельников, В. С. Гаврилюк. – 2-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2013. – 408 с.: ил. – Текст непосредственный – 5 экз.

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)**:

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 208	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;Шкаф для одежды - 1 шт.;Шкаф для документов - 2 шт.;Тумба стационарная - 2 шт.; Телевизор - 2 шт.; Компьютер - 14 шт.; Принтер - 3 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 207	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;Шкаф для документов - 1 шт.;Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.
	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 102Б	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;Шкаф для одежды - 3 шт.;Шкаф для документов - 4 шт.;Тумба стационарная - 6 шт.; Универсальный балансировочный станок с горизонтальной осью вращения,зарезонансного типа ВМ-050 - 1 шт.;Преобразователь линейного перемещения ЛИР-7 - 1 шт.;Автоматизированный триботехнический комплекс - 1 шт.;Тензометрический измерительно-вычислительный комплекс - 1 шт.;Виброизмерительный комплекс К-5101 - 1 шт.;Стенд учебный - 12 шт.;Виброизмерительный комплекс переносной - 1 шт.;Автоматический комплекс пробоподготовки - 1 шт.;Стенд входного контроля подшипников качения "СП-180М" - 1 шт.;Система управления шестью шаговыми двигателями МЮИ-6 с программным обеспечением - 1 шт.;Экспериментальный стенд системы позиционирования для трекового детектора - 1 шт.;Электронный коммутирующий блок МС-16 - 1 шт.;Комплекс вибродиагностический - 3 шт.;Система

		управления автоматизированными техническими системами в режиме реального времени - 1 шт.;Блок расширительный на 8 каналов измерений - 1 шт.;Система автоматической настройки инструмента с измерительным датчиком Blum для станка с параллельной кинематикой Metrom P1000 - 1 шт.;Балансировочный станок ВМ-010 - 1 шт.;Триботестер АТК-3 - 1 шт.;Анализатор вибрации "ОНИКС" - 6 шт.;Прибор виброизмерительный "АГАТ-М" - 5 шт.;Система управления автоматизированным триботехническим комплексом АК-1 с программным обеспечением - 1 шт.;Инкрементальный энкодер с высоким разрешением DFS60 - 1 шт.;Анализатор вибрации "КВАРЦ" - 4 шт.;Лаборатория прототипирования роботов - 1 шт.;Вибростенд ВУ-15 - 1 шт.;Система управления и сбора данных - 1 шт.;Триботехнический испытательный комплекс - 1 шт.;Автоматизированный стационарный комплекс для измерения и контроля параметров роторных агрегатов Рубин-М1 - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Конструирование технологического оборудования» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент		Буханченко С.Е.

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол от 29.06.2020 г. №35).

Заведующий кафедрой –
руководитель 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)