

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

А.Н. Яковлев

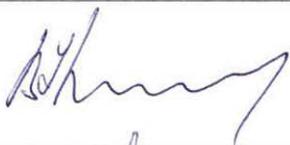
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки	22.06.01 Технологии материалов		
Образовательная программа (профиль)	05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы		
Уровень образования	высшее образование – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		
	Практические занятия		18
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		18
Самостоятельная работа, ч		126	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	Отделение материаловедения
------------------------------	-------	------------------------------	----------------------------

Заведующий кафедрой – руководитель отделения ма- териаловедения на правах кафедры		В.А. Клименов
Руководитель ООП		С.В. Панин
Преподаватели		И.А. Божко Э.С. Двилис М.С. Сыртанов А.А. Дитц

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
ОПК(У)-1	Способность и готовность теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии	ОПК(У)-1.В1	Владеть навыками разработки основных процессов получения перспективных материалов и производство из них новых изделий
		ОПК(У)-1.У1	Уметь обоснованно выбирать основные процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий
		ОПК(У)-1.З1	Знать основные процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствия для общества, экономики и экологии
ОПК(У)-5	Способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	ОПК(У)-5.В1	Владеть опытом решения производственных и/или исследовательских задач, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов
		ОПК(У)-5.У1	Уметь выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
		ОПК(У)-5.У2	Уметь определять оптимальный метод обработки поверхности или детали в целом, подбирать оптимальные режимы для работы в известных условиях эксплуатации
		ОПК(У)-5.З1	Знать естественнонаучные, общие профессионально-ориентирующие и специальные дисциплины
		ОПК(У)-5.З1	Знать современные высокотехнологичные методы обработки деталей и их поверхности, а также методы нанесения покрытий
ОПК(У)-7	Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей	ОПК(У)-7.В1	Владеть навыками поиска патентов, лицензий и защиты авторских прав при проведении инновационных разработок
		ОПК(У)-7.У1	Уметь проводить патентные исследования и составлять отчет по ним
		ОПК(У)-7.З1	Знать методы проведения патентных исследований как основу для принятия стратегических решений в инновационной деятельности
ОПК(У)-8	Способность и готовность обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-	ОПК(У)-8.В1	Владеть навыками подготовки и представления полученных результатов научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав
		ОПК(У)-8.У1	Уметь представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
	технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады		прав
		ОПК(У)-8.31	Знать современные аппаратные и программные средства презентации для сопровождения результатов научно-исследовательской деятельности с учетом соблюдения авторских прав
ОПК(У)-10	Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов	ОПК(У)-10.В1	Владеть навыками подбора материалов, оборудования и средств измерения в соответствии с задачами программы исследования; навыками эффективной и безопасной эксплуатации используемого оборудования
		ОПК(У)-10.У1	Уметь выбирать оборудование и средства измерения, актуальные в соответствии с задачами программы исследования
		ОПК(У)-10.31	Знать принцип действия, основные характеристики, области применения, правила эффективной и безопасной эксплуатации используемого оборудования
ПК(У)-2	Способность ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования материалов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности	ПК(У)-2.В1	Владеть навыками новейших методов исследования и фундаментальных знаний; вырабатывать новые теоретические подходы и принципы дизайна композиционных материалов с заданными свойствами, включая подходы порошковой металлургии, и решать фундаментальные задачи в области современного материаловедения.
		ПК(У)-2.У1	Уметь разрабатывать, организовывать и управлять технологическими процессами изготовления объемных материалов, покрытий и изделий, включая организационные мероприятия в области реализации запланированных научно-исследовательских работ и контроль за соблюдением техники безопасности и регламента выполнения работ
		ПК(У)-2.31	Знать методы моделирования материалов и конструирования изделий, включая технологические приемы и методы изготовления различных типов материалов, покрытий и изделий на их основе

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Уметь проводить отбор и подготовку проб для исследований и анализа материалов с применением физико-химических методов	ОПК(У)-1; ОПК(У)-5; ОПК(У)-7; ОПК(У)-8; ОПК(У)-10; ПК(У)-2
РД-2	Уметь работать на современном аналитическом оборудовании	ОПК(У)-1; ОПК(У)-5; ОПК(У)-8; ОПК(У)-10; ПК(У)-2
РД-3	Проводить исследования состава и свойств материалов, в том числе комплексных	ОПК(У)-1; ОПК(У)-5; ОПК(У)-8; ОПК(У)-10; ПК(У)-2

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

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» состоит из 2 модулей.

Основные виды учебной деятельности

Содержание разделов дисциплины:

Модуль 1. Микроскопические методы анализа материалов

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Взаимодействие электронного пучка с веществом	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	9
Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	7
Раздел 3. Сканирующая микроскопия	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия.	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	31

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Взаимодействие электронного пучка с веществом

Рассеяние электронов. Генерация вторичных электронов. Медленные и быстрые вторичные электроны. Оже-электроны. Генерация тормозного и характеристического рентгеновского излучения. Генерация электронно-дырочных пар и катодолуминесценция. Генерация плазмонов и фононов.

Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов

Принцип действия и конструкция детекторов обратно рассеянных электронов, вторичных электронов, Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения, катодолуминесценции, плазмонов и фононов.

Раздел 3. Сканирующая микроскопия

Виды сканирующих микроскопов. Принцип работы и конструкция сканирующего электронного микроскопа. Принцип работы и конструкция атомно-силового сканирующего микроскопа. Принцип работы и конструкция туннельного микроскопа. Методы исследования. Приготовление образцов.

Раздел 4. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия.

Оптическая схема и принцип действия. Техника электронной микроскопии. Электронография. Принципы дифракции быстрых электронов. Локальный фазовый анализ. Определение ориентационного соотношения кристаллов. Исследование дислокационной структуры. Исследование гетерофазных структур. Влияние частиц второй фазы на картину дифракции. Методы и способы изготовления объектов исследования в просвечивающей электронной микроскопии.

Модуль 2. Пленки и покрытия: исследование состава и свойств

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основы метода измерения толщины покрытий с помощью установки CALOTEST	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	0,5
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Основы метода измерения нанотвердости поверхности материалов с помощью наноиндентирования	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Определение адгезионной прочности покрытий на установке MICRO-	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1
		Самостоятельная работа	4

SCRATCH TESTER			
Раздел 4. Исследование морфологии поверхности пленок и материалов	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	12
Раздел 5. Исследование износостойкости покрытий (трибологические испытания)	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Подготовка образцов для исследования физико-механических свойств материалов	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1
		Самостоятельная работа	5
Раздел 7. Основы метода электронной Ожэ - спектрометрии	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1
		Самостоятельная работа	17

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы метода измерения толщины покрытий с помощью установки CALOTEST

Методика измерения толщины покрытий. Описание конструкции и принципа работы установки CALOTEST. Расчет толщины покрытий, на основании результатов, полученных с помощью установки CALOTEST.

Раздел 2. Основы метода измерения нанотвердости поверхности материалов с помощью наноиндентирования

Методы определения нанотвердости поверхности материалов. Физические проблемы определения нанотвердости. Нанотвердомер “Nano Hardness Tester”. Методика измерения нанотвердости поверхности материалов с помощью наноиндентирования. Обработка результатов измерений.

Раздел 3. Определение адгезионной прочности покрытий на установке MICRO-SCRATCH TESTER

Методы определения адгезионной прочности покрытий различного типа. Конструкция и принцип работы установки Micro Scratch Tester. Методика измерения адгезионной прочности покрытий с помощью установки Micro Scratch Tester. Обработка результатов измерений.

Раздел 4. Исследование морфологии поверхности пленок и материалов

Методы исследования морфологии материалов. Конструкция и принцип работы трехмерного бесконтактного профилометра (Micro Measure 3D Station). Обработка результатов измерений.

Раздел 5. Исследование износостойкости покрытий (трибологические испытания)

Конструкция и принцип работы установки «High Temperature Tribometer». Методика измерения коэффициента трения, износостойкости, интенсивности износа в различных температурных условиях и смазывающих жидкостях. Обработка результатов измерений.

Раздел 6. Подготовка образцов для исследования физико-механических свойств материалов

Требования к образцам для исследования физико-механических свойств материалов. Оборудование для пробоподготовки (отрезной станок Brilliant 201, шлифовально-полировальная машина Saphir 320).

Раздел 7. Основы метода электронной Ожэ – спектрометрии

Методы исследования состава покрытий. Принцип работы установка «Шхуна-2». Метод электронной Ожэ – спектрометрии. Обработка результатов измерений.

5. Организация самостоятельной работы аспирантов

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

- Работа с материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Выполнение индивидуальных заданий;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

- Анализ научных публикаций по диссертационным темам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература к Модулю 1 «Микроскопические методы анализа материалов»

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение: сборник научных трудов / перевод с английского С. А. Иванова, К. И. Домкина. - 3-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 607 с. - ISBN 978-5-00101-478-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94144> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Жигалина О. М. Анализ структуры материала методами просвечивающей электронной микроскопии: методические указания / О. М. Жигалина, К. О. Базалеева. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 36 с. - ISBN 978-5-7038-4785-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103416> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения: учебное пособие / М.М. Криштал и др. Москва: Техносфера, 2009. — 208 с. — Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C239182>

Основная литература к Модулю 2 «Пленки и покрытия: исследование состава и свойств»

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. — ISBN 978-5-94275-583-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63220> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Головин, Ю. И. Наноиндентирование и его возможности: учебное пособие / Ю. И. Головин. — Москва: Машиностроение, 2009. — 312 с. — ISBN 978-5-94275-476-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/730> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Блинков, И. В. Покрытия и поверхностное модифицирование материалов: Критерии выбора покрытий, их свойства: учебное пособие / И. В. Блинков, В. С. Челноков. — Москва: МИСИС, 2003. — 76 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117090> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Антоненко, С. В. Технология тонких пленок: учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с. — ISBN 978-5-7262-1036-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75918> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Фельдштейн, Е. Э. Формирование свойств поверхностного слоя после механической обработки : монография / Е. Э. Фельдштейн. — Минск : Новое знание, 2015. — 310 с. — ISBN 978-5-94735-168-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64765> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Сайт производителя оборудования для термического анализа <http://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-reshenija/termogravometrija-differencialnaja-skanirujushchaja-kalorimetrija.html>
2. Сайт производителя оборудования для термического анализа www.intertech-corp.ru
3. Сайт журнала заводская лаборатория <http://www.zldm.ru/>.
4. Сайт журнала [Journal of Thermal Analysis and Calorimetry](http://www.jtacc.com/)
5. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
7. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

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; Cisco Webex Meetings;; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1 203	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 018	Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 1 шт.; Установка для производства жидкого азота Cryomech LNP-10 - 1 шт.; Тепловизор Hotfind DXT - 1 шт.; Пресс гидравлический двухходовой 2430В - 1 шт.; Ультрамикротвердомер Shimadzu DUH-211S - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система Buehler EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Баллон под азот 40л - 1 шт.; Манометр ДМ 5001 Е - 1 шт.; Штангенциркуль электрон. - 1 шт.; Шлифовально-полировальная система EcoMet 300 Pro - 1 шт.; Установка для спекания объёмных наноматериалов в разряде плазмы Dr. Sinter Lab SPS-515S - 1 шт.; Точило - 1 шт.; Мельница шаровая лабораторная "МШЛ-1П" - 1 шт.; Преобразователь ПМС-2,0 - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.; Инверторный аппарат ARC-160"Сварог" с реостатом балластным - 1

		<p>шт.; Компрессор поршневой Aircraft Compact Air BX 330 OF - 1 шт.; Испытательный пресс ИП-500М-авто - 1 шт.; Фотоаппарат цифровой Digital Camera - 1 шт.; Вентилятор центр.СТ 200-4 - 1 шт.; Ступка механическая - 1 шт.; Весы ВЛР-200 - 1 шт.; Комплект ультразвукового лабораторного оборудования ИЛ10-5.0 - 1 шт.; Баллон с азотом - 1 шт.; Весы Shinko AJ-420CE - 1 шт.; Датчик амплитуды - 1 шт.; Рентгеновский детектор РКА-1 - 1 шт.; Ультразвуковая ванна для очистки Quick218-100 - 1 шт.; Штатив - 1 шт.; Толщиномер ультразвуковой TIME TT130 - 1 шт.; Таймер с контроллером - 1 шт.; Тележка гидравлическая СВУ25-II - 1 шт.; Ультразвуковой генератор УЗГ-2-22М - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.</p>
3	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 026</p>	<p>Микроскопный комплекс на базе металлографического инвертированного микроскопа ЛабоМет-И вариант 1 с системой визуализации - 1 шт.; Профилометр лазерный 3D - 1 шт.; Микроскоп МВС-9 - 1 шт.; Микроскоп Альтами МЕТ вариант 1 - 1 шт.; Интегрированный сенсор Uniscan LK031 3D - 1 шт.; Универсальная мельница М20 ИКА - 1 шт.; Редуктор аммиачный БАМО1 -2-1 - 1 шт.; Микротвердомер ПМТ-3М С МОВ-1-16х - 1 шт.; Весы аналитические - 1 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Шкаф для документов - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.</p>
4	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 118</p>	<p>Концевая мера длины 1,04 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,08 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,70 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,0005 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,007 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Высокоинтенсивный осветитель OSL2 - 1 шт.; Концевая мера длины 1,10 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,80 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,002 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Тестер сегнетоэлектриков aixACCT Systems TF Analyzer 2000E - 1 шт.; Концевая мера длины 1,50 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Прибор для измерения краевого угла смачивания DSA25B - 1 шт.; Прибор акустический тесте пьезомодуля d33 - 1 шт.; Концевая мера длины 1,20 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,0000 мм класс точности 1"СНИС" - 10 шт.;</p>

		<p>Концевая мера длины 1,009 мм класс точности 1"СНИС" - 1 шт.; Концевая мера длины 1,03 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,07 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,09 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Зонд Ленгмюра - 1 шт.; Концевая мера длины 1,001 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,006 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,01 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,05 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,30 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,60 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,003 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,004 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,005 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Пикаперметр 6485/E - 1 шт.; Концевая мера длины 1,008 мм класс точности 1"СНИС" - 1 шт.; Концевая мера длины 1,02 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,40 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 1,90 мм класс точности 1"СНИС" - 2 шт.; Концевая мера длины 2,50 мм класс точности 1"СНИС" - 4 шт.; Цифровой адгези-метр PosiTest - 1 шт.;</p> <p>Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.;</p> <p>Компьютер - 17 шт.; Принтер - 4 шт.;</p> <p>Проектор - 1 шт.</p>
5	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 021А</p>	<p>Ультразвуковой толщиномер 38DLPlus - 1 шт.; Система пробоподготовки EM-09100IS - 1 шт.; Баллон стальной ГОСТ 949-73 - 1 шт.; Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 1 шт.;</p> <p>Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест</p> <p>Компьютер - 1 шт.</p>
6	<p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1 202</p>	<p>Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии NanoEducator - 1 шт.;</p> <p>Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест</p> <p>Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.</p>

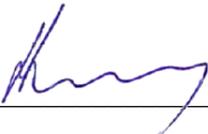
Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению 22.06.01 Технологии материалов / 05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОМ	Г.В. Лямина
Профессор ОМ	О.Л. Хасанов
Профессор ОМ	Э.С. Двилис

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры Материаловедения в машиностроении Института физики высоких технологий (протокол от «24» июня 2017г. № 53).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения материаловедения (на правах кафедры),
д.т.н., профессор

 / В.А. Клименов /

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения ИШНПТ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Введена в действие новая система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Приказ ректора №58/од от 25.07.2018 г.) 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от 31 мая 2018 г. № 5
2019/2020 учебный год	Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от «01» июля 2019 г. № 19/1
2020/2021 учебный год	1. Изменены формы документов ООП в соответствии с приказом от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП» и формы УП и КУГ в соответствии с приказом от 06.05.2020 г. № 127-6/об «Об утверждении форм учебных планов и календарных учебных графиков ООП» 2. Актуализировано учебно-методическое обеспечение и МТО в рабочих программах дисциплин с учетом развития науки, техники и технологий.	от «29» июня 2020 г. № 35