



федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника		
Образовательная программа (профиль)	05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления		
Квалификация (степень)	Исследователь. Преподаватель-исследователь		
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 на
правах кафедры
Руководитель ООП

	В.А. Клименов
	Ким В.Л.
	Хасанов О.Л.

Преподаватели

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	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК(У)-1.В1	Владеть навыками анализа и решения задач в области профессиональной деятельности с учетом осложняющих факторов
		ОПК(У)-1.У1	Уметь поставить задачу исследования, выбрать метод исследования и осуществить решение с учетом осложняющих факторов
		ОПК(У)-1.31	Знать методы и методики решения задач в области профессиональной деятельности с учетом осложняющих факторов
ОПК(У)-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	ОПК(У)-3.В1	Владеть навыками решения нестандартных задач, возникающих в ходе собственного исследования
		ОПК(У)-3.У1	Уметь развивать и предлагать новые методы исследования нестандартных задач, возникающих в ходе собственного исследования
		ОПК(У)-3.У2	Уметь правильно ставить задачи по выбранной научной тематике, выбирать для исследования необходимые методы
		ОПК(У)-3.У3	Уметь применять методы исследования к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов
		ОПК(У)-3.31	Знать методы исследований, области их применения и возможные направления их развития в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Умение проводить анализ, самостоятельно планировать и решать задачи исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение в области вычислительной техники и систем управления	ПК(У)-4.В1	Владеть навыками анализа, формулирования целей и задач исследования актуальных проблем в области вычислительной техники и систем управления
		ПК(У)-4.В2	Владеть навыками проведения оптимизации схем и параметров устройств вычислительной техники и систем управления
		ПК(У)-4.У1	Уметь применять и разрабатывать научные подходы, обеспечивающие решение актуальных проблем создания устройств вычислительной техники и систем управления
		ПК(У)-4.У2	Уметь проводить оптимизацию схем и параметров устройств вычислительной техники и систем управления

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
		ПК(У)-4.31	Знать классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований
		ПК(У)-4.32	Знать особенности применения методов оптимизации и выбора критериев эффективности для сложных технических условий

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Модуль общепрофессиональных дисциплин, направленных на подготовку к преподавательской деятельности» 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	Уметь проводить отбор и подготовку проб для исследований и анализа материалов с применением физико-химических методов	ОПК(У)-1
РД-2	Уметь работать на современном аналитическом оборудовании	ПК(У)-4
РД-3	Проводить исследования состава и свойств материалов, в том числе комплексных	ОПК(У)-3

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 катодoluminesценция. Генерация плазмонов и фононов.

Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов

Принцип действия и конструкция детекторов обратно рассеянных электронов, вторичных электронов, Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения, катодо-

люминесценции, 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-SCRATCH TESTER	РД-1, РД-2, РД -3	Практические занятия	1
		Самостоятельная работа	4
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 трех-

мерного 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. Жигалина, О. М. Анализ структуры материала методами просвечивающей электронной микроскопии : методические указания / О. М. Жигалина, К. О. Базалева. — 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> (дата обращения: 30.10.2020).
2. Полушин, Н. И. Сверхтвердые материалы: рентгенографические, электронно-микроскопические и дериватографические методы исследования сверхтвердых материалов: практикум : учебное пособие / Н. И. Полушин, И. Ю. Кучина, А. Л. Маслов. — Москва : МИСИС, 2014. — 57 с. — ISBN 978-5-87623-796-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69769> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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> (дата обращения: 30.10.2020).

Дополнительная литература к Модулю 1 «Микроскопические методы анализа материалов»

1. Зевайль, А. Трехмерная электронная микроскопия в реальном времени : учебное пособие : пер. с англ. / А. Зевайль, Дж. Томас. — Долгопрудный: Интеллект, 2013. — 328 с.: ил. — Текст : непосредственный.
2. Кларк, Э. Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхард. — Москва : Техносфера, 2007. — 376 с. — ISBN 978-5-94836-121-5. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73017> (дата обращения: 30.10.2020).

3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение : пер. с англ. / под ред. Уэйли Жу, Жонг Лин Уанга. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 582 с.: ил. — Текст : непосредственный.

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

1. Никитенков Н.Н. и др. Методы исследования твердости поверхности материалов : учебное пособие / Н.Н. Никитенков, И.А. Шулепов, И.Б. Степанов, О.С. Тупикова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m182.pdf> (дата обращения 30.10.2020).
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: 30.10.2020).

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

1. Булычев С.И. Испытание материалов непрерывным вдавливанием индентора. / С.И. Булычев, В.П. Алехин – М.: Машиностроение – 1990. – 224 с.
2. Головин Ю.И. Наноиндентирование как средство комплексной оценки физико-механических свойств материалов в субмикроразмерах. / Ю.И. Головин. – Заводская лаборатория. Диагностика материалов. №1. Том 75. – 2009. – с. 45–59
3. Исследование структуры и физико-механических свойств покрытий. [Л.И. Тушинский](#), [М.Ф. Жуков](#), Изд-во "Наука", Сибирское отд-ние, 1986. – 200 с.
4. [Миронченко В.И.](#) О соотношении параметров шероховатости поверхности. / В.И. [Миронченко](#) // Измерительная техника. Науч.-техн. журн. – 2005. – №2. – С. 26-29.

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-resheniya/termogravometrija-differencialnaja-skanirovushchaja-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](#)
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/>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://www.elibrary.ru>
10. Электронная библиотека [Библиотека Grebennikon](#) – <http://grebennikon.ru>
11. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru>
12. справочно-правовая система КонсультантПлюс – <https://www.consultant.ru>
13. Полнотекстовая база данных «Elsevier – ScienceDirect». <https://www.sciencedirect.com>.
14. Полнотекстовая база данных «American Chemical Society (ACS) Publications». <https://pubs.acs.org>.

15. Полнотекстовая база данных «SpringerLink». <https://link.springer.com>.

16. Полнотекстовая база данных «Wiley Online Library». <https://onlinelibrary.wiley.com>.

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

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom; Far Manager; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; OriginLab Origin 2016 Academic; XnView Classic; Elsevier Mendeley Desktop; Notepad++; Putty

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

7.1 Материально-техническое обеспечение Модуля 1 «Микроскопические методы анализа материалов»

1. Ультразвуковой толщиномер 38DLPlus - 1 шт
2. Дифракционный электронный микроскоп JEM-2100F,
3. Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JSM-7500FA.

Таблица 7.1 – МТО модуля 1

№	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, уч. корпус 15, 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, уч. корпус 10, 018	Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 3 шт., Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 1 шт.
3	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, уч. корпус 10, 021А	Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест; Ультразвуковой толщиномер 38DLPlus - 1 шт Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 1 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, уч. корпус 15, 202	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест, Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии NanoEducator - 1 шт., Компьютер - 2 шт., Принтер - 1 шт.

7.2 Материально-техническое обеспечение Модуля 2 «Пленки и покрытия: исследование состава и свойств»

1. Электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA – 1 шт.

2. Профилометр лазерный 3D - 1 шт,
 3. Цифровой адгезиметр PosiTest
- Материалы, обеспечивающие выполнение лабораторных работ.

Таблица 7.2 – МТО модуля 2

№	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, уч. корпус 15, 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, уч. корпус 10, 018	Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Компьютер - 3 шт., Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA - 1 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, уч. корпус 8, 026	Профилометр лазерный 3D - 1 шт. Стол лабораторный - 4 шт.; Шкаф для документов - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, уч. корпус 3, 118	Адгезиметр PosiTest - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 3 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Гумба подкатная - 2 шт.; Компьютер - 17 шт.; Принтер - 4 шт.; Проектор - 1 шт

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника подготовки / специальности, профиль / 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОМ		Хасанов О.Л.

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

Заведующий кафедрой - руководитель



отделения на правах кафедры.
д.т.н, профессор

/Клименов В.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на за- седании ОМ ИШНПТ (протокол)
2020/2021 уч. год	Изменений нет	Протокол №35 от 29.06.2020 г.