

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

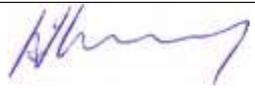
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШНПТ
 А.Н. Яковлев
 « 26 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника		
Образовательная программа (профиль)	05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность, информационные технологии)		
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 Преподаватель		Клименов В.А.
		Шефер О.В.
		Хасанов О.Л.

Томск-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	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 системного анализа, управления и обработки информации	ПК(У)-4.В1	Владеть навыками анализа, формулирования целей и задач исследования актуальных проблем в области системного анализа, управления и обработки информации
		ПК(У)-4.В2	Владеть навыками проведения оптимизации схем и параметров системного анализа, управления и обработки информации
		ПК(У)-4.У1	Уметь применять и разрабатывать научные подходы, обеспечивающие решение актуальных проблем системного анализа, управления и обработки информации
		ПК(У)-4.У2	Уметь проводить оптимизацию схем и параметров системного анализа, управления и обработки информации
		ПК(У)-4.31	Знать классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
		ПК(У)-4.32	Знать особенности применения методов оптимизации и выбора критериев эффективности для сложных условий в области системного анализа, управления и обработки информации

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 катодолюминесценция. Генерация плазмонов и фононов.

Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов

Принцип действия и конструкция детекторов обратно рассеянных электронов, вторичных электронов, Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения, катодолюминесценции, 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 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. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учебное пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1377-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5108> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учебное пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1377-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5108> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Конюхов, В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1333-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4044> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература Модулю 1 «Высокоэффективная жидкостная хроматография»

1. Майер, В. Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография : пер. с англ. / В. Р. Майер. — 5-е изд. — Москва: Техносфера, 2017. — 408 с.: ил. — Текст : непосредственный. 1 экз.
2. Препаративная жидкостная хроматография: пер. с англ. / под ред. Б. Бидлингмейера. — Москва: Мир, 1990. — 358 с.: ил. — Текст : непосредственный. 1 экз.
3. Долгоносков, А. М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование : учебное пособие / А. М. Долгоносков, О. Б. Рудаков, А. Г. Прудковский. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-1870-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63592> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Васильев, В. П. Аналитическая химия: учебник: в 2 кн.: / В. П. Васильев. — 7-е изд., стер. — Москва : Дрофа , 2009 - Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. — 2009. — 384 с.: ил. — Текст : непосредственный. 1 экз. + 4 (2007) + 4 (2005) + 2 (2004)
5. Другов, Ю. С. Экологическая аналитическая химия : учебное пособие-монография / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — 2-е изд., доп. — Санкт Петербург.: Анатолия, 2002. — 464 с.: ил. — Текст : непосредственный. 5 экз
6. Нартов, А. С. Разработка анализа полициклических ароматических углеводородов в объектах окружающей среды методами ГХ/МС и ВЭЖХ = Development of analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in the objects of the environment by GC / MS and HPLC . — Текст : электронный. / А. С. Нартов; науч. рук. М. Л. Белянин // Перспективы развития фундаментальных наук сборник научных трудов IX Международной конференция студентов и молодых ученых, г. Томск, 24-27 апреля 2012 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; ред. коллегия Е. А. Вайтулевич ; Г. А. Лямина ; Г. А. Воронова ; М. П. Никитич ; А. М. Лидер ; Ю. Р. Цой ; М. Е. Семенов. — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — [С. 450-452]. — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2012/C21/150.pdf> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: свободный.

Основная литература к Модулю 2 «Газовая хроматография»

1. Конюхов, В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1333-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4044> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Физико-химические методы исследования и анализа : учебное пособие / Е. И. Короткова, Т. М. Гиндуллина, Н. М. Дубова, О. А. Воронова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m241.pdf> (дата обращения 10.06.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
3. Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А. Т. Лебедев. — Москва : Техносфера, 2013. — 632 с. — ISBN 978-5-94836-363-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73535> (дата обращения: 10.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература к Модулю 2 «Газовая хроматография»

1. Беккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза : пер. с нем. / Ю. Беккер. — Москва: Техносфера, 2009. — 472 с.: ил. — Текст : непосредственный. 2 экз
2. Яшин, Я. И. Газовая хроматография / Я. И. Яшин, Е. Я. Яшин, А. Я. Яшин. — Москва: Транслит, 2009. — 512 с.: ил. — Текст : непосредственный. 5 экз.
3. Сычев, К. С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии / К. С. Сычев; под ред. А. А. Курганова. — Москва: Техносфера, 2010. — 272 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):

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.intertech-corp.ru)
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. Полнотекстовая база данных «Elsevier – ScienceDirect». <https://www.sciencedirect.com>.
10. Полнотекстовая база данных «American Chemical Society (ACS) Publications». <https://pubs.acs.org>.
11. Полнотекстовая база данных «SpringerLink». <https://link.springer.com>.
12. Полнотекстовая база данных «Wiley Online Library». <https://onlinelibrary.wiley.com>.

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; Mozilla Firefox ESR; 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 (Научно-образовательный инновационный центр "Наноматериалы и нанотехнологии" ТПУ)	Доска аудиторная настенная - 1 шт., Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест, Компьютер - 2 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe

	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1,203	Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 327	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для хранения реактивов - 4 шт.; Шкаф вытяжной - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Калибровочная гири 1кг - 1 шт.; Электрическая варочная поверхность Hansa BHCS38120030 - 1 шт.; Аквадистиллятор ДЭ-4 - 1 шт.; Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом - 3 шт.; Центрифуга "Элекон" ЦЛМН-Р10-02 - 1 шт.; Печь муфельная ЭКПС V10A - 1 шт.; Весы лабораторные технич. ЛВ 210-A - 1 шт.; Пипетка одноканальная 100-1000мкл Лайт - 1 шт.; Устройство д сушки х/п ПЭ-2000 - 1 шт.; Микродозатор одноканальный переменного объема на 1000 мкл. - 1 шт.; Пипетка одноканальная 100-1000мкл - 3 шт.; Рабочее место д/выполн.лаборат.работ - 4 шт.; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Amazon Corretto JRE 8; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Notepad++; WinDjView; Zoom Zoom
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 122	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; OEF OpenBoard; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника подготовки, профиль 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность, информационные технологии) (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор, д.т.н.		Хасанов О.Л.

Программа одобрена на заседании ОМ ИШНПТ (протокол № 19/1 от 01.07.2019 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 заседании ОМ ИШНПТ (протокол)
2019/2020 уч. год	Программа одобрена	протокол от «21» июня 2019 г. № 20
2020/2021 уч. год	Обновлены разделы: Информационное и программное обеспечение	протокол от «29» июня 2020 г. № 35