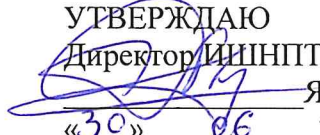


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИИПТ

Яковлев А.Н.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

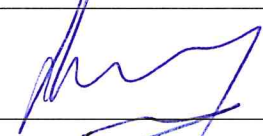
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика	
Образовательная программа (профиль)	01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры	
Квалификация (степень)	Исследователь. Преподаватель-исследователь	
Уровень образования	Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре	
Курс	2	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

	В.А. Клименов
	П.Я. Крауиньш
	Э.С. Двилис

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
УК(У)-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	УК(У)-1.B1	Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
		УК(У)-1.B2	Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
		УК(У)-1.У1	Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
		УК(У)-1.У2	Уметь при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи исходя из наличных ресурсов и ограничений
		УК(У)-1.31	Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ОПК(У)-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК(У)-1.B1	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
ПК(У)-2	Способность к самостоятельному проведению НИР и получению научных результатов, удовлетворяющих требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в области динамики машин и прочности ее составных частей	ПК(У)-2.B1	Владеть навыками использования основных методов организации самостоятельного обучения и самоконтроля, проведению НИР и получению научных результатов
		ПК(У)-2.У1	Уметь совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
		ПК(У)-2.31	Знать методы и средства познания, самостоятельного обучения и самоконтроля
ПК(У)-3	Способность создавать новые поколения машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, обладающих качественно новыми функциональными свойствами	ПК(У)-3.B1	Владеть навыками проектирования и создания инновационных машин приборов с новыми качествами
		ПК(У)-3.У1	Уметь создавать новые подходы к конструктивному решению и методы расчетного анализа и моделирования современных машин, приборов и аппаратуры.
		ПК(У)-3.31	Знать классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований
ПК(У)-4	Способность совершенствования существующих машин, приборов, аппаратуры и технологий, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками, меньшей материалоемкостью и энергоемкостью и затратами	ПК(У)-4.B1	Владеть методиками экономико-стоимостной оптимизации технических решений
		ПК(У)-4.У1	Уметь проводить экономико-стоимостную оптимизацию технических решений
		ПК(У)-4.31	Знать подходы к экономико-стоимостной оптимизации технологических процессов и схем установок

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 «Модуль общеуниверситетских элективных дисциплин, в том числе 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	УК(У)-1 ОПК(У)-1
РД-2	Уметь работать на современном аналитическом оборудовании	ПК(У)-2 ПК(У)-3
РД -3	Проводить исследования состава и свойств материалов, в том числе комплексных	ПК(У)-4

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» состоит из 9 модулей. Аспирант должен освоить на выбор 2 модуля, необходимые для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

Основные виды учебной деятельности

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 -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	9
Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов	РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	7
Раздел 3. Сканирующая микроскопия	РД -3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Просвечивающая электронная дифракционная микроскопия.	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 катодolumинесценция. Генерация плазмонов и фононов.

Раздел 2. Детекторы вторичных сигналов

Принцип действия и конструкция детекторов обратно рассеянных электронов, вторичных электронов, Оже-электронов, характеристического рентгеновского излучения, катодolumинесценции, 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. Структура материалов: размеры частиц и пористость

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
--------------------	--	---------------------------	-------------------

Раздел 1. Объемные наноструктурные материалы	РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	9
Раздел 2. Нанопористые материалы	РД -3	Практические занятия	1,5
		Самостоятельная работа	7
Раздел 3. Механические свойства пористых и дисперсных систем	РД -3	Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. Методы и средства измерения свойств дисперсных материалов	РД -3	Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	31

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Объемные наноструктурные материалы

Вклад поверхностных свойств нанокристаллических твердых тел. Большая доля межзеренных границ. Структура межзеренных границ. Вакансии, дислокации, дефекты упаковки. Дальний и ближний порядок. Проблемы и задачи создания изделий из объемных наноматериалов на основе наночастиц методами “снизу вверх”. Технологические задачи при компактировании: Минимизация дефектов Контроль однородности усадки (факторы, определяющие микроструктуру и макроструктуру порошкового компакта); быстрый отжиг. Агломераты наночастиц. Микро- и макроструктура порошкового компакта. Функциональная керамика. Оптически прозрачная керамика.

Раздел 2. Нанопористые материалы

Природные и синтетические пористые материалы. Проблемы классификации пористых материалов. Классификация М.М. Дубинина. Классификация А.В. Киселева. Модели гранул из монодисперсных частиц. Безмодельные характеристики супрамолекулярной структуры: плотность и пористость. Стеночный эффект. Удельная поверхность. Средние размеры частиц и пор. Наиболее часто употребляемые выражения для эквивалентных диаметров. Взаимосвязь между разными эквивалентными размерами

Раздел 3. Механические свойства пористых и дисперсных систем

Проблемы механической прочности и стабильности. Важнейшие термины теории прочности. Основы реологии дисперсных систем. Основные понятия и модели. Реологические уравнения состояния. Деформация мало сжимаемых материалов. Вязкость. Теория перколяции в реологии дисперсных систем Задачи связей. Решёточные задачи узлов Механизм образования трещин. Применение теории перколяции для описания механизмов разрушения пористых тел.

Раздел 4. Методы и средства измерения свойств дисперсных материалов (порошков и компактов).

Метод БЭТ измерения удельной поверхности. Гранулометрический анализ методом оптической микроскопии.

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

Дополнительная 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. 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> (дата обращения: 30.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Рид, С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии : пер. с англ. / С. Дж. Б. Рид. — Москва: Техносфера, 2008. — 232 с.: ил. — Текст : непосредственный.
3. 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: 30.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. 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: 30.08.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. 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.

Основная литература к Модулю 2 «Структура материалов: размеры частиц и пористость»

1. Хасанов О.Л. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: Учебное пособие./ О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, З.Г. Бикбаева, А.А. Качаев, В.В. Полисадова. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 – 269 с.
2. Божко И.А. Методы исследования структуры и свойств керамических материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / И.А. Божко и др.; Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m208.pdf>
3. Родзевич А.П. Методы анализа и контроля веществ: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.П. Родзевич, Е.Г. Газенаур. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m164.pdf>
4. Хасанов О.Л. Методы измерения микротвердости и трещиностойкости наноструктурных керамик: учебное пособие [Электронный ресурс] / О.Л. Хасанов и др – Томск: Изд-во ТПУ, 2011 Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m246.pdf>

Дополнительная литература к Модулю 2 «Структура материалов: размеры частиц и пористость»

1. Хасанов, О.Л. Метод коллекторного компактирования нано- и полидисперсных порошков: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, А.А. Качаев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 102 с.
2. Головин Юрий Иванович Наноиндентирование и его возможности / Ю. И. Головин. – Москва: Машиностроение, 2009. – 311 с. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=730

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. INTERTECH Corporation. Сайт производителя оборудования для термического анализа - www.intertech-corp.ru
2. Сайт журнала заводская лаборатория <http://www.zldm.ru/>
3. Сайт журнала [Journal of Thermal Analysis and Calorimetry](http://www.intertech-corp.ru)
4. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
6. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Полнотекстовая база данных «Elsevier – ScienceDirect» - <https://www.sciencedirect.com>.
9. Полнотекстовая база данных «American Chemical Society (ACS) Publications». <https://pubs.acs.org>.
10. Полнотекстовая база данных «SpringerLink». <https://link.springer.com>.
11. Полнотекстовая база данных «Wiley Online Library». <https://onlinelibrary.wiley.com>.

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:

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

1. Атомно-силовые зондовые микроскопы Nanoeducator10,
2. Дифракционный электронный микроскоп JEM-2100F,
3. Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JSM-7500FA.

№	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	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	Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F с системой подготовки проб - 1 шт.

	(научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 021А	
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, 202	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест, Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии NanoEducator - 1 шт., Компьютер - 2 шт., Принтер - 1 шт.

Материально-техническое обеспечение Модуля 2 «Структура материалов: размеры частиц и пористость»

1. БЭТ-анализатор удельной поверхности со станцией подготовки проб СОРБИ–М,
2. Лазерный анализатор размеров частиц SALD-7101,
3. Сканирующая зондовая нанолaborатория Ntegra Aura,
4. Ультрамикротвердомер Shimadzu DUH-211S.

№	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.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 1, 201	Лазерный дифракционный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD-7101 - 1 шт., Комплект учебной мебели на 2 посадочных места, Стол лабораторный - 1 шт., Компьютер - 3 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, 2, строен. 1, 206	БЭТ-анализатор удельной поверхности МЕТА СОРБИ–М - 1 шт., Поромер Quantachrome PoreMaster 33 - 1 шт., Комплект учебной мебели на 1 посадочное место, Компьютер - 2 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, д. 2, 039	Сканирующая зондовая нанолaborатория NT-MDT Ntegra Aura - 1 шт., Комплект мебели на 3 посадочных мест, Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028 РФ, Томская обл., г. Томск, пр. Ленина, д. 2, 018	Ультрамикротвердомер Shimadzu DUH-211S - 1 шт

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 01.06.01 Математика и механика, профиль 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры/ Квалификация Исследователь. Преподаватель-исследователь/ уровень подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Профессор	В.А. Клименов

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

Заведующий кафедрой –
руководитель ОМ ИШНПТ,
д.т.н, профессор


В.А. Клименов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Н.М Кижнера (протокол)
2018/2019 уч. год	Обновлены разделы: Учебно-методическое обеспечение Информационное и программное обеспечение	протокол от «25» июня 2018 г. № 5/1
2019/2020 уч. год	Обновлены разделы: Учебно-методическое обеспечение Информационное и программное обеспечение	протокол от «01» июля 2019 г. № 19/1
2020/2021 уч. год	Обновлены разделы: Учебно-методическое обеспечение Информационное и программное обеспечение	протокол от «29» июня 2020 г. № 35