

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Методы исследования наноматериалов			
Направление подготовки/специальность	03.03.02 Физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Физика конденсированного состояния		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО	40	
Самостоятельная работа, ч		68	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации

зачет

Обеспечивающее подразделение

ОЭФ

Заведующий кафедрой –
руководитель отделения (на
правах кафедры)
Руководитель ООП
Преподаватель

Лидер А. М.

Склярова Е.А.

Бордулев Ю.С.

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
ПК(У)-1	Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК(У)-1.B1	Владеет опытом применения междисциплинарных знаний для решения нестандартных задач в профессиональной области
		ПК(У)-1.У1	Умеет оценить границы применимости классической механики
		ПК(У)-1.З1	Знает фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин
ПК(У)-4	Способен применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК(У)-4.B3	Владеет опытом модифицирования наноматериалов
		ПК(У)-4.B4	Владеет навыками тестирования эксплуатационных характеристик микрокристаллических материалов и наноструктур
		ПК(У)-4.У3	Умеет использовать методы синтеза и модифицирования наноматериалов
		ПК(У)-4.У4	Умеет использовать методы тестирования эксплуатационных характеристик наноструктур
		ПК(У)-4.З3	Знает технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий
		ПК(У)-4.З4	Знает методы тестирования эксплуатационных характеристик микрокристаллических материалов и наноструктур

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 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	Владеет современными методами и методиками исследования структуры и элементного состава наноматериалов по их назначению и техническим характеристикам	ПК(У)-1 ПК(У)-4
РД-2	Умеет использовать методы синтеза и модифицирования наноматериалов	ПК(У)-1 ПК(У)-4
РД-3	Знает основы кристаллографии, теоретической физики и технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий	ПК(У)-1 ПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации

представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение. Общие представления о методах исследования структуры материалов.	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	2
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Физика рентгеновских лучей. Методы рентгеноструктурного анализа монокристаллов.		Лекции	6
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Взаимодействие электронов с веществом.		Лекции	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Электронная микроскопия.		Лекции	12
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Общие представления о методах исследования структуры материалов

Темы лекций:

1 Основной набор физических методов как единая система, позволяющая измерить или вычислить большинство из известных свойств, характеристик и параметров твердых тел

Раздел 2. Физика рентгеновских лучей. Методы рентгеноструктурного анализа монокристаллов.

Темы лекций:

1. Способы получения и природа рентгеновских лучей. Характеристический спектр. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Методы защиты от воздействия рентгеновских лучей.
2. Методы регистрации рентгеновских лучей, детекторы рентгеновского излучения.
3. Методы рентгеноструктурного анализа поликристаллов.

Темы практических занятий:

1. Ознакомление с устройством и характеристиками рентгеновского дифрактометра «XRD-7000S».
2. Участие в съемке дифрактограмм керамических материалов на рентгеновском дифрактометре «XRD-7000S».

Раздел 3. Взаимодействие электронов с веществом.

Темы лекций:

1. Рассеяние электронов. Генерация вторичных электронов. Медленные и быстрые

вторичные электроны. Оже- электроны.

2. Генерация электронно-дырочных пар и катодolumинесценция. Генерация плазмонов и фононов.

Раздел 4. Электронная микроскопия.

Темы лекций:

1. Конструкция электронного микроскопа. Оптическая схема и принцип действия.
2. Техника электронной микроскопии.
3. Методы приготовления объектов исследования.
4. Электронография. Принципы дифракции быстрых электронов.
5. Методы и способы изготовления объектов исследования в просвечивающей электронной микроскопии.
6. Принципы растровой электронной микроскопии. Конструкция растрового электронного микроскопа.

Темы практических занятий:

- 1 Ознакомление с устройством и характеристиками электронного дифракционного микроскопа просвечивающего типа «JEM-2100F».
- 2 Пробоподготовка образцов для анализа структуры и фазового состава методами электронной дифракционной микроскопии: ознакомление с работой установки для ионного утонения образца «Ion slicer».
- 3 Анализ электронно-микроскопических изображений субструктуры металлических материалов, полученных с использованием электронного дифракционного микроскопа просвечивающего типа «JEM-2100F»: ознакомление с методами качественной и количественной аттестации дислокационной субструктуры материала, определение типа дислокационной субструктуры и ее количественных характеристик.
- 4 Ознакомление с устройством и характеристиками сканирующего (растрового) электронного микроскопа «JSM-7500FA».
- 5 Пробоподготовка образцов для анализа методами сканирующей электронной микроскопии: выбор размера образца, ознакомление с методами металлизации поверхности керамических материалов.
- 6 Фрактография поверхности разрушения нанокристаллического материала: участие в исследовании методами сканирующей электронной микроскопии структуры и элементного состава поверхности наноматериалов, разрушенных различными способами. Фрактография поверхности обработки нанокристаллического материала концентрированными потоками энергии (высокоинтенсивные электронные пучки, потоки плазмы)

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р.А. Андриевский. – 3-е изд. (эл.). - М. : Лаборатория знаний, 2017. – 255 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/94128/#3>
2. Рыженков Д.И., Левина В.В., Дзизигури Э.Л. Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыженков, В.В. Левина, Э.Л. Дзизигури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 368 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/94117/#368>
3. 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> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Выбор состава и структуры износостойких наноструктурных покрытий для твердосплавного режущего инструмента на основе квантово-механического моделирования: учебное пособие / Ю. Г. Кабалдин, О. В. Кретинин, Д. А. Шатагин, Е. Е. Власов. — Москва : Машиностроение, 2017. — 216 с. — ISBN 978-5-9500364-6-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107158> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Левина В.В. Физико-химия наноструктурных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие / В. В. Левина, Ю. В. Конюхов, М. Р. Филонов. — Москва : МИСИС, 2010. — 95 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47447> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р.А. Андриевский. – 3-е изд. (эл.). - М. : Лаборатория знаний, 2017. – 255 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/94128/#3>
3. Белый А.В. Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий : монография / А. В. Белый. — Минск: Белорусская наука, 2017. — 457 с. — ISBN 978-985-08-2140-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106674> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Глезер А.М. Аморфно-нанокристаллические сплавы : учебное пособие / А. М. Глезер, Н. А. Шурыгина. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 452 с. — ISBN 978-5-9221-1547-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59707> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2. 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>

1. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: www.nanometer.ru
2. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>
3. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>
4. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>

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

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Google Chrome;
4. Adobe Flash Player;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Zoom.

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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43, 206	Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	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 НЗ	Зонт вытяжной - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Комплект учебной мебели на 5 посадочных мест; Компьютер - 1 шт. Термостат жидкостный низкотемпературный "КРИО-ВТ-01" - 1 шт.; Автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller LP - 1 шт.; Автоматизированный газовый контролер - 1 шт.; Прибор Г 4-116 - 1 шт.; Баллон 40 л - 1 шт.; Управляемый газовый реактор - 1 шт.; Управляемый газовый реактор для исследования процессов сорбции/десорбции газов в металлах и сплавах при высоких температурах - 1 шт.; Позиционер оптич. с поворотным моторизованным столом - 1 шт.; Осциллограф WaveAce 232 - 1 шт.; Компрессор Jun-air - 1 шт.; Турбомолекулярный насос TMP-303M - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 10-1 - 6 шт.; Портативный вакуумный бокс для образцов для

		работы с инертным газом - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-2 - 2 шт.; Ультразвуковой датчик 5-2 - 2 шт.; Измерительный прибор для контроля шероховатости и волнистости T1000 - 1 шт.; Баллон 40л-аргоновый с мембранным вентилем - 1 шт.; Спектрометр тлеющего разряда GD-PROFILER 2 - 1 шт.; Газоанализатор стационарный на водород H ₂ "Верба-СВ" - 1 шт.; Баллон газовый - 1 шт.; Ультразвуковой датчик 2,5-1 - 4 шт.; Ультразвуковой датчик 5-1 - 4 шт.;
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	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест

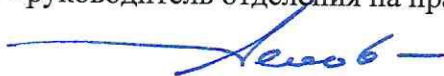
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		Ерофеева Г.В.
Ассистент		Бордулев Ю.С.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения ЭФ (протокол от «20» июня 2019 г. № 6).

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



Лидер А. М.

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения ОЭФ (протокол)
2020/2021 уч. год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от «31» августа 2020г. № 3