

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 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная

Физические методы исследования твёрдого тела			
Направление подготовки/специальность	16.04.01 Техническая физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Пучковые и плазменные технологии		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	40	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Б.П. Вейнберга
---------	------------------------------	--------------------

Заведующий кафедрой –
руководитель
научно-образовательного
центра на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

В. Кривобоков	Кривобоков В.П.	
Сиделёв	Сиделёв Д.В.	
Сиделёв	Сиделёв Д.В.	

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 к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов, предназначенных для использования в области технической физики	ОПК(У)-1.B1	Владеет опытом профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов, предназначенных для использования в области технической физики
		ОПК(У)-1.Y1	Умеет доказывать и обосновывать актуальность исследований, правильность выбранного подхода к решению проблемы, адекватность применяемых методов и способов, а также достоверность получаемых результатов.
		ОПК(У)-1.31	Знает устройство и принципы работы современного оборудования и приборов, используемых в области технической физики
ОПК(У)-2	Способность демонстрировать и использовать углублённые теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе из области технической физики	ОПК(У)-2.B1	Умеет применять на практике знания о фундаментальных понятиях, механизмах процессов и их закономерностях, имеющих большое значение для решения прикладных задач в области современной технической физики.
		ОПК(У)-2.Y1	Умеет применять на практике знания о фундаментальных понятиях, механизмах процессов и их закономерностях, имеющих большое значение для решения прикладных задач в области современной технической физики.
		ОПК(У)-2.31	Обладает знаниями о фундаментальных понятиях, механизмах процессов и их закономерностях, имеющих большое значение для решения прикладных задач в области современной технической физики.

2. Место дисциплины (модуля) 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:

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Компетенция
	Наименование	
РД-1	Способность выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования.	ОПК(У)-1
РД-2	Способность определять необходимые методы проведения аналитических и имитационных исследований с применением современных достижений науки и техники.	ОПК(У)-1
РД-3	Планировать, организовывать и проводить необходимые эксперименты, в том числе с использованием программных продуктов.	ОПК(У)-2
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.	ОПК(У)-2

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. <i>Спектроскопические методы исследования твердых тел.</i>	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. <i>Микроскопические методы исследования структуры твердых тел.</i>	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. <i>Методы исследования кристаллической структуры твердых тел.</i>	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. <i>Методы исследования оптических свойств твёрдых тел.</i>	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Спектроскопические методы исследования твердых тел.

В настоящем курсе лекций представлена классификация методов исследования твердого тела, наноструктур и поверхности. Рассматриваются физические основы экспериментальных методов, являющихся базовыми в исследованиях твердого тела: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, оже-электронная спектроскопия, рентгеновская и электронная дифракция, электронная микроскопия, методы оптической спектроскопии. Набор этих методов позволяет проводить исследования структурных, электронных и оптических свойств твердого тела и поверхности.

Темы лекции 1:

1. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).
2. Оже-электронная спектроскопия.

Темы практических занятий:

1. РФЭС. Спектроскопические обозначения уровней Количественный анализ спектров. Расчет энергии связи
2. Первичная структура РФЭ спектров. Основные уровни. Спин-орбитальное расщепление уровней Аппаратура для РФЭС
3. Спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда.
4. Вторичная ионная масс-спектрометрия.
5. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Электронная спектроскопия.

Раздел 2. Микроскопические методы исследования структуры твердых тел.

Темы лекции 2:

3. Растровая электронная микроскопия. Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация, ее анализ.
4. Электронная микроскопия высокого разрешения (ПЭМ)

Темы практических занятий:

6. Растровая электронная микроскопия. Физические принципы, техническая реализация, основные блоки, получаемая информация, ее анализ.
7. Просвечивающая электронная микроскопия. Физические принципы, техническая реализация.
8. Устройство просвечивающих электронных микроскопов: источники электронов, электронные линзы, вакуумная система, держатель образцов.
9. Сканирующая зондовая микроскопия. Использование методов СЗМ в исследовании наноструктур и поверхности твердого тела
10. Атомно-силовая микроскопия. Физические принципы, техническая реализация.

Раздел 3. Методы исследования кристаллической структуры твердых тел.

Темы лекции 3:

5. Рентгеноструктурный анализ. Принцип рентгеновской дифракции. Основы техники рентгеновского эксперимента.
6. Дифракция медленных электронов (ДМЭ). Кристаллография поверхности. Дифракция на трехмерной и двумерной кристаллической решетке.

Темы практических занятий:

11. Устройства рентгеновской техники. Источники излучения, методы регистрации. Рентгеновские камеры, устройство гониометров на отражение и пропускание.
12. Рентгеновские экспериментальные методы определения структуры кристаллов: метод Лауэ, метод вращения монокристаллов, метод порошка (Дебая).
13. Базы структурных и дифракционных данных. Количественный РФА. Основные методы и модели построения структуры.
14. Полнопрофильный рентгеноструктурный анализ. Характеристики дифракционного пика на рентгенограмме. Функции профиля, полуширина, асимметрия. Рентгеновский фазовый анализ (РФА).
15. Аппаратура, геометрия и структурные эффекты в ДМЭ. Использование метода ДМЭ в исследовании наноструктур и поверхности твердого тела.

Раздел 4. Методы исследования оптических свойств твёрдых тел.

Темы лекции 4:

7. Особенности рассеяния света кристаллами, стеклами и наночастицами. Физические и технические особенности ИК и Рамановской-спектроскопии.
8. Электронные спектры поглощения и пропускания молекул и кристаллов. Электронные переходы и их классификация. Правила отбора. Аналитические применения электронных спектров: качественный анализ и идентификация веществ.

Темы практических занятий:

16. Поглощение в инфракрасной области спектра и взаимодействие света с фоновой подсистемой.
17. Техника колебательной спектроскопии. Основные типы спектрометров. Блок-схемы спектрометров.
18. Переходы в электронной подсистеме. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Область фундаментального поглощения. Спектроскопия дефектных состояний.
19. Электронные спектры органических и неорганических соединений. Аналитические применения электронных спектров: качественный анализ и идентификация веществ. Техника электронной спектроскопии
20. Вторичные эффекты в кристаллах: люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу возбуждения. Тушение люминесценции.

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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Корнилов, В. М. Физика, химия и диагностика поверхности: учебное пособие / В. М. Корнилов. — Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2013. — 44 с. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42378> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Никитенков, Н.Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики. Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н.Н. Никитенков, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. — URL: <https://urait.ru/viewer/tehnologiya-konstrukcionnyh-materialov-analiz-poverhnosti-metodami-atomnoy-fiziki-414062#page/34> . — Режим доступа: свободный.
3. Мамонова, М. В. Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы: монография /М. В. Мамонова, В. В. Прудников, И. А. Прудникова. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 400 с. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59605> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Термины радиационных и плазменных технологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Кривобоков; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008.
URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m109.pdf> . — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Владимиров, Г. Г. Физика поверхности твердых тел: учебное пособие / Г. Г. Владимиров. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1997-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71707> . - Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Кузнецов, Н.Т. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабров, В.И. Марголин — М.: Лаборатория знаний, 2017. — (Учебник для высшей школы). — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/94129/#3> . — Режим доступа: для авторизов. пользователей.
4. Milton, Ohring. Materials Science of Thin Films / Ohring Milton. — San Diego: Academic Press, 2002. — 794 p. — Текст: электронный // ScienceDirect. — URL:

<https://www.sciencedirect.com/book/9780125249751/materials-science-of-thin-films>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru (<http://elibrary.ru>)
2. Google Scholar – полнотекстовый поиск в научных источниках – журналах, тезисах, книгах (<https://scholar.google.ru>);
3. Библиографические базы данных: Web of Science, Scopus, РИНЦ, "ВИНИТИ", "Current Contents", "Chemical Abstracts" и т.д.
4. DOAJ – Directory of Open Access Journal – каталог журналов открытого доступа (www.doaj.org);
5. Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России
<http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa.html>
6. Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН
(<http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/indexnew1.html>)
7. Электронная библиотека учебных материалов
<http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
8. <http://www.lib.tpu.ru/> - Научно-техническая библиотека ТПУ
9. <http://www.sciencedirect.com/>
10. <http://www.springerlink.com/>
11. Сборник программного обеспечения для студентов НИ ТПУ, режим доступа
<https://vap.tpu.ru>

Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Свободно распространяемое бесплатное программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

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

1. Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian Academic;
2. Mozilla Firefox ESR, Google Chrome.

7. Требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 18 посадочных мест.

	проспект, 2, стр. 4 2456	
--	-----------------------------	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 16.04.01 Техническая физика, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
доцент		Сиделёв Д.В.

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 25.06.2020 г. № 42).

Заведующий кафедрой – руководитель
Научно-образовательного центра Б.П.
Вейнберга
на правах кафедры, д.ф.-м.н,
профессор

/Кривобоков В.П./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)