

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.

«28» 06

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Приборы и установки для анализа твердого тела</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>03.04.02 Физика</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Физика конденсированного состояния</b>		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		<b>16</b>
	Практические занятия		<b>32</b>
	Лабораторные занятия		<b>16</b>
	ВСЕГО		<b>64</b>
Самостоятельная работа, ч			<b>152</b>
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			<b>курсовая работа</b>
ИТОГО, ч			<b>216</b>

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ
Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП			Лидер А. М.
			Лидер А. М.
Преподаватель			Лаптев Р. С.

2020 г.

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.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРИЕМ 2020 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Приборы и установки для анализа твердого тела**

Направление подготовки/ специальность	<b>03.04.02 Физика</b>	
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Физика конденсированного состояния</b>	
Специализация	<b>Физика конденсированного состояния</b>	
Уровень образования	высшее образование - <b>магистратура</b>	
Курс	<b>2</b>	<b>3</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>16</b>
	Практические занятия	<b>32</b>
	Лабораторные занятия	<b>16</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>
Самостоятельная работа, ч		<b>152</b>
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		<b>курсовая работа</b>
ИТОГО, ч		<b>216</b>

Вид промежуточной аттестации	<b>Экзамен, Диф. зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ ИЯТШ
Заведующий кафедрой – руководитель отделения (на правах кафедры)			Лидер А.М.
Руководитель ООП			Лидер А.М.
Преподаватель			Лаптев Р.С.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ОПК(У)-5	Способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки	ОПК(У)-5.В1	Владеет опытом работы с компьютерными технологиями для решения профессиональных задач
		ОПК(У)-5.В2	Владеет опытом работы с компьютерными технологиями, находящимися за пределами профиля подготовки
		ОПК(У)-5.У2	Умеет использовать компьютерные технологии, находящиеся за пределами профиля подготовки
ОПК(У)-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	ОПК(У)-6.В1	Владеет опытом применения новейших достижений и учета современных проблем в научно-исследовательской работе
		ОПК(У)-6.У1	Умеет использовать новейшие достижения в исследовательской работе
		ОПК(У)-6.31	Знает современные проблемы и достижения физики в научно-исследовательской работе
ПК(У)-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК(У)-1.У1	Умеет самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
		ПК(У)-1.У2	Умеет использовать творческий подход для исследования дефектов в твердых телах
		ПК(У)-1.32	Знает фундаментальные основы методов сканирующей зондовой микроскопии, анализа свойств водорода в металлах и сплавах
ДПК(У)-1	Способность планировать и проводить фундаментальные исследования в проектах в области ядерно-физических исследований, взаимодействия излучения с веществом, модернизации современных и создания методов изучения	ДПК(У)-1.В1	Владеет опытом создания проектов, планирования и проведения фундаментальных исследований в области физики конденсированного состояния
		ДПК(У)-1.У1	Умеет планировать и проводить фундаментальные исследования в профессиональной области
		ДПК(У)-1.31	Знает основы организации проведения ядерно-физических исследований и их применения в области исследований свойств вещества

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
	механических, электрических, магнитных, тепловых свойств твердых тел		

## 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		
РД1	Применять знания физических основ основных методов анализа и контроля в области физики твердого тела		ОПК(У)-5 ОПК(У)-6 ПК(У)-1 ДПК(У)-1
РД2	Проводить аналитический обзор и осуществлять выбор наиболее подходящих методик исследования		ОПК(У)-5 ОПК(У)-6 ПК(У)-1 ДПК(У)-1
РД3	Планировать и проводить калибровку и настройку оборудования перед проведением измерений		ОПК(У)-5 ОПК(У)-6 ПК(У)-1 ДПК(У)-1
РД4	Выполнять корректную обработку и анализ полученных данных с учетом особенностей метода и объекта исследования.		ОПК(У)-5 ОПК(У)-6 ПК(У)-1 ДПК(У)-1

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.
<b>Раздел 1.</b> Физические основы методов анализа твердого тела	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	54
<b>Раздел 2.</b> Основные структурные элементы установок для анализа твердого тела	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	54
<b>Раздел 3.</b> Электроника и программное обеспечение аналитических	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4

установок		Самостоятельная работа	54
<b>Раздел 4.</b> Особенности обработки и анализа экспериментальных данных	РД4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	54

### Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Физические основы методов анализа твердого тела

Рассматриваются физические основы базовых экспериментальных методов анализа твердых тел (электронная микроскопия, рентгеновская и нейтронная дифракция, позитронная аннигиляционная спектроскопия и т.д.).

##### Темы лекций:

1. Особенности методов и подходов для анализа твердых тел. Методы электронной микроскопии
2. Дифракционные и спектрометрические методы анализа

##### Темы практических занятий:

1. Выбор аналитических методик
2. Особенности выбора и применения электронной микроскопии
3. Особенности выбора и применения дифракционных методов анализа
4. Особенности выбора и применения спектрометрических методов анализа

##### Названия лабораторных работ:

1. Обработка спектров временного распределения аннигиляции позитронов

#### Раздел 2. Основные структурные элементы установок для анализа твердого тела

На примере методов позитронной аннигиляционной спектроскопии рассматриваются основные структурные элементы установок для анализа в области физики твердого тела и материаловедения.

##### Темы лекций:

1. Основные элементы электрофизических установок. Радиоактивные препараты, используемые для аналитических целей.
2. Основные типы ускорителей, используемые для анализа структуры материалов. Источники нейтронов и использование ядерных реакторов в структурном анализе.

##### Темы практических занятий:

1. Структурная схема аналитических установок для анализа твердых тел.
2. Источники излучений. Примеры использования радиоактивных источников
3. Основные типы ускорителей
4. Характеристики пучков частиц ускорителей.

##### Названия лабораторных работ:

1. Обработка спектров доплеровского уширения аннигиляционной линии.

#### Раздел 3. Электроника и программное обеспечение аналитических установок

Рассматриваются физические основы систем регистрации и детектирования, используемые в аналитических целях.

##### Темы лекций:

1. Обзор основных систем регистрации и детектирования и их физические основы.
2. Основные способы спектральных измерений. Калибровка и настройка спектрометрического тракта электрофизических установок

##### Темы практических занятий:

1. Физические основы методов регистрации

2. Типы детекторов и их характеристики
3. Спектрометрия углового распределения аннигиляционных фотонов
4. Спектрометрия доплеровского уширения аннигиляционной линии

**Названия лабораторных работ:**

1. Калибровка и настройка спектрометрического тракта спектрометра временного распределения аннигиляции позитронов

<b>Раздел 4. Особенности обработки и анализа экспериментальных данных</b>
---

Историческая эволюция способов обработки и представления информации в аналитических исследованиях.

**Темы лекций:**

1. Электронная аппаратура, используемая в аналитических установках для накопления и обработки информации. Стандартные системы электроники для сбора и предварительной обработки информации с детекторов излучения
2. Автоматизация физических установок. Особенности применения информационных технологий в физических исследованиях. Современные высокоскоростные систем сбора и преобразования данных

**Темы практических занятий:**

1. Стандартные модульные системы обработки и передачи информации.
2. Спектрометрия временного распределения аннигиляции позитронов
3. Дигитайзеры и дискретизаторы
4. Применение высокоскоростные систем сбора и преобразования данных для модернизации методов анализа твердых тел

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение технических характеристик гибридного цифрового комплекса позитронной спектроскопии.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в 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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Освоение программных средств.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1 Методическое обеспечение**

**Учебно-методическое обеспечение: Основная литература**

1. Бондаренко, Г. Г.. Радиационная физика, структура и прочность твердых тел [Электронный ресурс] / Бондаренко Г. Г.. — Москва: Лаборатория знаний, 2016. — 465 с.. — Книга из коллекции Лаборатория знаний - Физика.. — ISBN 978-5-00101-413-3. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/90257> (контент)
2. Епифанов, Г. И.. Физика твердого тела [Электронный ресурс] / Епифанов Г. И.. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с.. — Книга из

- коллекции Лань - Физика.. — ISBN 978-5-8114-1001-9. Схема доступа: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2023](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2023) (контент)
3. Браун, Александр Георгиевич. Основы статистической физики : учебное пособие / А. Г. Браун, И. Г. Левитина; Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (МАТИ). — 3-е изд.. — Москва: Инфра-М, 2015. — 120 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 119.. — ISBN 978-5-16-010234-4.
  4. Васильева, В. И.. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И.; Под ред. Селеменова В.Ф. и Семенова В.Н.. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 416 с.. — Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО «Фундаментальная и прикладная химия». — Книга из коллекции Лань - Химия.. — ISBN 978-5-8114-1638-7. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50168](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168) (контент)
  5. Шишмарев, Владимир Юрьевич. Физические основы получения информации : учебник / В. Ю. Шишмарев. — 2-е изд., перераб.. — Москва: Академия, 2014. — 384 с.: ил. — Высшее образование. Приборостроение. — Бакалавриат. — Библиогр.: с. 379-380.. — ISBN 978-5-4468-0360-6.

#### Дополнительная литература:

1. Черданцев, Юрий Петрович. Электрофизические установки: учебное пособие / Ю. П. Черданцев; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2002. — 155 с.: ил. — Библиогр.: с. 150-152.
2. Фетисов, Г. В.. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ [Электронный ресурс] / Фетисов Г. В.. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 672 с.. — Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) — Химия. — Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Физика.. — ISBN 978-5-9221-0805-8. Схема доступа: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2152](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2152) (контент)
3. Степанов, Юрий Михайлович. Экспериментальные методы ядерной физики [Электронный ресурс] учебное пособие: / Ю. М. Степанов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра прикладной физики (№ 12) (ПФ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010-Ч. 1. — 1 компьютерный файл (pdf; 5.4 МВ). — 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m341.pdf> (контент)
4. Степанов, Юрий Михайлович. Экспериментальные методы ядерной физики [Электронный ресурс] учебное пособие: / Ю. М. Степанов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра прикладной физики (№ 12) (ПФ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010- Ч. 2. — 1 компьютерный файл (pdf; 4.0 МВ). — 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m170.pdf> (контент)

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

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

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
2. База научных статей издательства Elsevier – <https://www.sciencedirect.com/>
3. База научных статей издательства Springer – <https://www.springer.com/gp>
4. База научных статей издательства Mdpi – <https://www.mdpi.com/>

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

1. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
2. Visual C++ Redistributable Package;
3. Mozilla Public License 2.0;
4. MATLAB Full Suite R2020a TАН Concurrent;
5. MathType 6.9 Lite;
6. K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3;
7. GNU General Public License 2;
8. GNU Affero General Public License 3;
9. Far Manager;
10. Chrome;
11. Berkeley Software Distribution License 2-Clause

Дополнительное лицензионное программное обеспечение:

1. Программа обработки спектров временного распределения аннигиляции позитронов LT 10 v.10.2.2. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно <http://prac.us.edu.pl/~kansy/index.php?id=lt10>.
2. Программа обработки спектров доплеровского уширения аннигиляционной линии SP v.1.1. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно [https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page\\_r18.html](https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page_r18.html)
3. Программа обработки 3D спектров совпадений доплеровского уширения аннигиляционной линии CDBTools v.1.0. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно <https://sourceforge.net/projects/cdbtools/>
4. Программа расчета поглощения позитронов в многослойных материалах LYS-1 v. 1.0. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно [https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page\\_r22.html](https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page_r22.html)

## 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	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

	122	
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 206	Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 401	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения научно-исследовательских работ (научно-образовательная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 106	Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000S с вертикальным высокоточным гониометром – 1шт.; Лабораторная установка для пучковой обработки и магнетронного напыления – 1шт.; Установка по нанесению покрытий Радуга-Спектр – 1шт.; Герметичный перчаточный бокс серии СПЕКС ГБ 02М – 1шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Аудитория для проведения научно-исследовательских работ (научно-образовательная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 Н2	Стол лабораторный - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Источник питания GPS -3030D 0-30V-3A 1xLED - 1 шт.; Вакуумметр 910-KF16 - 1 шт.; Система ультразвукового анализа твердого тела - 1 шт.; Микроскоп МЕТАМ РВ-21 с устройством ДИК - 1 шт.; Стенд акустических исследований - 1 шт.; Генератор водорода модель HyGen 200 - 1 шт.; Источник питания GPS-1830D 0-18V-3A - 1 шт.; Прибор Г 3-121 - 1 шт.; Вакуумметр DualTrans - 1 шт.; Осциллограф ОСУ-20 - 1 шт.; Установка для возб.у/з колеб. - 1 шт.; Генератор азота Claind NG 2301 - 1 шт.; Генератор водорода HyGen 200 - 2 шт.; Насос вакуумный НВП - 1 шт.; Насос диффузионный НВД-400 - 1 шт.; Вакуумный пост DRYTEL1025, комплектация MDP AMD4 - 1 шт.; Анализатор водорода в металлах и сплавах RHEN602 - 1 шт.; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
б.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная	Компьютер - 1 шт. Зонт вытяжной - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Стол лабораторный - 4 шт.; Комплект учебной мебели на 5 посадочных мест; Ультразвуковой датчик 2,5-2 - 2 шт.; Осциллограф WaveAce 232 - 1 шт.; Автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller LP - 1 шт.; Баллон газовый - 1 шт.; Управляемый газовый реактор - 1 шт.; Спектрометр

		Установка для исследования эффекта Холла в германиевом полупроводнике - 1 шт.; Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт.
--	--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.04.02 Физика/Физика конденсированного состояния (приема 2019 г. очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Лаптев Р.С.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ЭФ (протокол от «04» июня 2020 г. №\_2\_).

Заведующий кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры

д.т.н., профессор



/Лидер А.М./

подпись