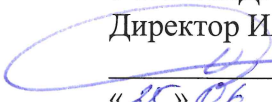


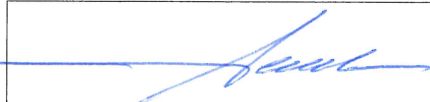
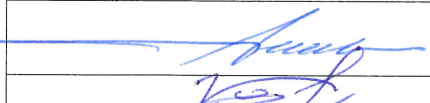
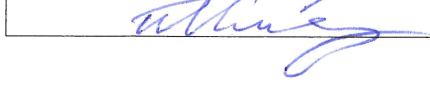
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ

 Долматов О. Ю.
« 25 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Прикладная ядерная физика			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	03.04.02 Физика		
	Физика конденсированного состояния		
	высшее образование - магистратура		
	1	семестр	2
	6		
	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		80
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ
Заведующий кафедрой – руководитель отделения			Лидер А.М.
на правах кафедры			Лидер А.М.
Руководитель ООП			Крючков Ю. Ю. Малютин В. М.
Преподаватели			

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.5 Общей характеристики ООП) состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ	ОПК(У)- 1.У1	Умеет организовать научно-исследования в научных областях
		ОПК(У)-1.31	Знает основы организации научно-исследовательских и инновационных работ
ОПК(У)-4	Способен использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	ОПК(У)-4.У1	Умеет использовать новейшие достижения в исследовательской работе
		ОПК(У)-4.31	Знает современные проблемы и достижения физики в научно-исследовательской работе
ПК(У)-1	Способен 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.В3	Владеет опытом анализа свойств водорода в металлах и сплавах, изотопного химического структурного анализа поверхности радиационных дефектов в конденсированных средах
		ПК(У)-1.У2	Умеет использовать творческий подход для исследования дефектов в твердых телах
		ОПК(У)-1.33	Знает физико-математические основы изотопного химического и структурного анализа поверхности
ДПК(У)-1	Способен планировать и проводить фундаментальные исследования в проектах в области ядерно-физических исследований, взаимодействия излучения с веществом, а также модернизация современных и создание методов изучения механических, электрических, магнитных, тепловых свойств твердых тел	ДПК(У)-1.31	Знает основы организации проведения ядерно-физических исследований и их применения в области исследований свойств вещества
		ДПК(У)-1.В2	Владеет способами планирования и выполнения фундаментальных исследований в проектах в области ядерно-физических исследований
		ДПК(У)-1.33	Знает методы научных исследований в области профессиональной деятельности, их преимуществ и недостатков, и новых направлений исследования в этой области
		ДПК(У)-1.34	Знает методы статистической и математической обработки физических исследований в профессиональной области
ДПК(У)-2	Способность обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности, осуществлять презентацию научной деятельности	ДПК(У)-2.33	Знает правила оформления научных отчетов, публикаций, научно-технической документации

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	
РД1	Знать основы физики взаимодействия излучения с веществом.	ОПК(У)-4
РД2	Уметь проводить экспериментальные исследования по анализу образцов.	ОПК(У)-1, ДПК(У)-1
РД3	Знать методы исследований кристаллических структур.	ПК(У)-1
РД4	Знать спектрометрию ядерных реакций.	ДПК(У)-1
РД5	Уметь обрабатывать экспериментальные результаты и оформлять отчеты	ДПК(У)-1, ДПК(У)-2
РД6	Знать спектрометрические устройства и аппаратуру	ПК(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.
Раздел 1. Спектрометрия обратного рассеяния быстрых ионов	РД1, РД2, РД5	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	24
Раздел 2. Спектрометрия ядерных реакций	РД4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Спектрометрия ядер отдачи	РД1, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Спектрометрия рассеяния ионов в монокристаллах	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Спектрометрия РезОР	РД1, РД5	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	36
Раздел 6. Рентгеноспектральный анализ	РД1, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	4

Раздел 7. Экспериментальная техника	РД6	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	18
		Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Спектрометрия резерфордовского обратного рассеяния быстрых ионов.

Темы лекций:

1. Процесс упругого рассеяния тяжелых заряженных частиц и методов анализа элементного состава образцов на его основе (2 часа).
2. Физические основы метода обратного рассеяния. Кинематика обратного рассеяния (2 часа).
3. Аналитические характеристики: предел обнаружения, разрешение по массам, глубина анализа и разрешение по глубине, точность и образцы сравнения (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Единицы измерения физических величин (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Введение в Simnra (4 часа)
2. Перевод поверхностной концентрации в толщину. (2 часа)

Раздел 2. Спектрометрия ядерных реакций

Темы лекций:

1. Процесс неупругого рассеяния и методов анализа элементного состава образцов на его основе. Механизмы ядерных реакций (2 часа).
2. Типы ядерных реакций. Сечения реакций (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Тест POP (2 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Перевод толщины в поверхностную концентрацию (2 часа).
2. Получение рабочих спектров (2 часа).

Раздел 3. Спектрометрия ядер отдачи

Темы лекций:

1. Экспериментальное, методическое и метрологическое обеспечение метода ядер отдачи (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Тест ЯР (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Получение рабочих спектров (2 часа).

Раздел 4. Спектрометрия рассеяния быстрых ионов в монокристаллах

Темы лекций:

1. Ориентационные эффекты при прохождении заряженных частиц через кристаллы (эффект каналирования и блокировки), теоретические и экспериментальные аспекты методов анализа структуры на их основе (2 часа).
2. Эффект каналирования. Распределение потока ионов в каналах кристаллической решетки (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Тест ЯО (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Модель спектров обратного рассеяния (4 часа).

Раздел 5. Спектрометрия резонансного обратного рассеяния быстрых ионов**Темы лекций:**

1. Метод резонансного обратного рассеяния альфа-частиц высоких энергий (2 часа).
2. Использование метода РезОР для определения местоположения атомов кислорода, внедренных в решетку кремния и германия (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Тест РОРКИ (2 часа).
2. Контрольная работа «Физические принципы» (2 часа).
3. Контрольная работа «Аналитические характеристики» (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Калибровка спектрометра (6 часов).
2. Дигитайзер спектров (2 часа).

Раздел 6. Рентгеноспектральный анализ**Темы лекций:**

1. Метод энергодисперсионного рентгеноспектрального и трансмиссионного анализа (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Контрольная работа «Основные определения» (2 часа).
2. Тест РА (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Дигитайзер графиков (2 часа).
2. Профиль дефектов в Si (2 часа).

Раздел 7. Экспериментальная техника**Темы лекций:**

1. Источники быстрых ионов - электростатический генератор Ван-де-Граафа и циклотрон, экспериментальные установки и системы регистрации, методики ориентирования кристаллических образцов (2 часа).

Темы практических занятий:

1. Типы ядерных реакций (2 часа).
2. Тест ЭТ (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Профиль дефектов в GaAs (4 часа).

Тема курсового проекта

«Определение состава образцов методом Резерфордского обратного рассеяния»

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);

- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Получение и обработка результатов экспериментов;
- Программные расчеты.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение:

1. Боярко, Е. Ю. Методы ядерного анализа конденсированных сред: учебное пособие / Е. Ю. Боярко, Ю. Ю. Крючков, И. П. Чернов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m35.pdf> (дата обращения: 08.04.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Степанов, Ю. М. Экспериментальные методы ядерной физики. Учебное пособие. В 2-х частях. Часть 1 / Ю. М. Степанов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m341.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Учебное пособие. В 5 томах. Том 5. Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. – 2-е изд., стер. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 784 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2315>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

1. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / Ю. К. Акимов, О. В. Игнатъев, А. И. Калинин, В. Ф. Кушнирук; Под ред. Ю. К. Акимова. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 343 с. – URL: https://www.studmed.ru/akimov-yuk-i-dr-poluprovodnikovye-detektory-v-eksperimentalnoy-fizike_13ed3fcbafeb.html. – Текст: электронный.
2. Волков, Н. Г. Методы ядерной спектрометрии: учебное пособие / Н. Г. Волков, В. А. Христофоров, Н. П. Ушакова. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 255 с. – URL: <https://ru.book2.org/book/2522328/4fe0c8>. – Текст: электронный.
3. Ободовский, И. М. Сборник задач по экспериментальным методам ядерной физики: учебное пособие / И. М. Ободовский. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.
4. Браун, А. Г. Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум: учебное пособие / А. Г. Браун, И. Г. Левитина. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 88 с. – Текст: электронный. – URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1062078> – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
5. Горшков, О. Н. Применение методов Резерфордского обратного рассеяния ионно-индуцированного рентгеновского излучения для анализа элементного состава и структурного совершенства твердых тел: учебно-методический материал / О. Н. Горшков, А. Н. Михайлов, В. К. Васильев. – Нижний Новгород, 2007. – 59 с. URL: <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/82.pdf>. – Текст: электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. ЭК «Прикладная ядерная физика» [Электронный ресурс] // Подсистема управления интернет-обучением НИ ТПУ [Офиц. сайт]. URL: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1989> (дата обращения: 09.05.2019).

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. K-Lite Codec Pack;
5. GNU Lesser General Public License 3;
6. GNU Affero General Public License 3;
7. Far Manager;
8. Chrome;
9. Berkeley Software Distribution License 2-Clause
10. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition (021-10232).
11. LabVIEW университетская лицензия.
12. Origin Node-Lock License Academic.
13. Mathematica 9 Professional Version Educational Bundled List Price

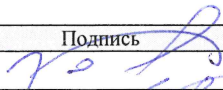
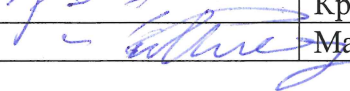
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1. 1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4 220	Комплект учебной мебели на 35 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 3 шт.; Компьютер - 35 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 4 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен. 4 139	Лабораторно-учебный комплекс на базе ускорителя ЭСГ-2,5

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

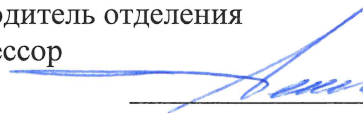
Разработчики:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		Крючков Ю.Ю.
Старший преподаватель		Малютин В.М.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения экспериментальной физики ИЯТШ

(протокол № 6 от «20» июня 2019 г.).

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



/Лидер А.М./
подпись