

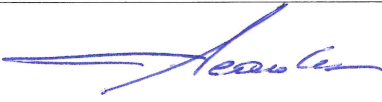
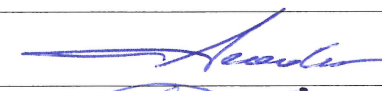
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ

Долматов О. Ю.
«28» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Прикладная ядерная физика				
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	03.04.02 Физика			
	Физика конденсированного состояния			
	высшее образование - магистратура			
Курс	1	семестр	2	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6			
Виды учебной деятельности	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 на правах кафедры Руководитель ООП			Лидер А.М.
			Лидер А.М.
Преподаватели			Крючков Ю. Ю. Малютин В. М.

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.b-ok2.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

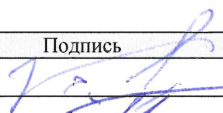
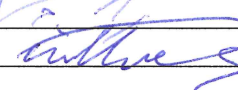
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 2020 г. очная форма обучения).

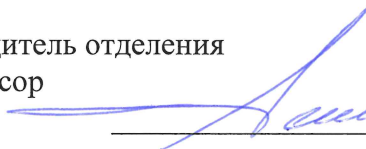
Разработчики:

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

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения экспериментальной физики ИЯТШ

(протокол № 2 от «04» июня 2020 г.).

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



/Лидер А.М./
подпись