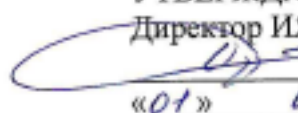


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

 О.Ю. Долматов
 «01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Изотопно-модифицированные материалы			
Направление подготовки/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Изотопные технологии и материалы		
Специализация	Изотопные технологии и материалы		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия		
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения			А.Г. Горюнов
на правах кафедры			
Руководитель ООП			Л.И. Дорофеева
Преподаватель			В.Ф. Мышкин

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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен использовать фундаментальные законы в объёме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения	И.ПК(У)-1.1	Демонстрирует способность использовать фундаментальные законы в области физики разделения изотопных и молекулярных смесей для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения	ПК(У)-1.1.B1	Владеет опытом использования фундаментальных законов в области физики разделения изотопных и молекулярных смесей для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения
				ПК(У)-1.1.Y1	Умеет анализировать новые теоретические подходы и принципы дизайна материалов с заданными свойствами, использовать высокоэффективные технологии получения современных изотопных материалов
				ПК(У)-1.1.31	Знает основные термины и определения разделительных процессов
ПК(У)-2	Способен создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разрабатывать методы и перспективные технологии	И.ПК(У)-2.3	Демонстрирует способность к разработке технологий получения материалов с заданным изотопным составом	ПК(У)-2.3.B1	Владеет опытом применения оптимальных принципов и подходов для разработки методов и перспективных технологий получения моноизотопной и изотопно-модифицированной продукции, тонкой очистки и получения высокочистых веществ, переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
				ПК(У)-2.3.Y1	Умеет применять методы расчета установок для процессов разделения изотопных и молекулярных смесей, молекулярно-селективных технологий
				ПК(У)-2.3.31	Знает теоретические подходы и принципы дизайна материалов с заданными свойствами, получения изотопно-модифицированных материалов
ПК(У)-4	Способен оценить перспективы развития ядерной отрасли,	И.ПК(У)-4.1	Демонстрирует способность к применению современных	ПК(У)-4.1.B1	Владеет опытом расчета и оптимизации современных физических установок для разделения, анализа и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	использовать её современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах		достижений в области разделительных, лазерных, плазменных, установок в решении технологических задач ЯТЦ		переработки веществ в научных, экологических и промышленных целях с применением пакетов прикладных программ
				ПК(У)-4.1.У1	Умеет проводить исследования в области разделения жидких и газовых смесей, получения высокочистых веществ, изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)-4.1.31	Знает способы применения разделительных, лазерных, плазменных установок в решении технологических задач ЯТЦ
ПК(У)-5	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современных приборов для научных исследований и математических методов расчета	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует способность планировать аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы Демонстрирует способность планировать аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	ПК(У)-5.1.В1	Владеет опытом планирования, постановки и организации экспериментов по выбору и обоснованию материалов и способов для разделения изотопов, получения моноизотопной и изотопно-модифицированной продукции, тонкой очистки и получения высокочистых веществ, переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
				ПК(У)-5.1.У1	Умеет формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач, обобщать и критически оценивать полученную информацию, делать выводы
				ПК(У)-5.1.31	Знает изотопные технологии и материалы, технологии переработки промышленных отходов
		И.ПК(У)-5.3	Демонстрирует способность к разработке способов проведения экспериментов в области разделения и применения изотопных материалов (жидких и газовых смесей), получения высокочистых веществ	ПК(У)-5.3.В1	Владеет опытом совершенствования технологических процессов получения изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)-5.3.У1	Умеет использовать экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований
				ПК(У)-5.3.31	Знает способы и методики проведения исследований в области разделения и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					анализа жидких и газовых смесей, получения высокочистых веществ, изотопно-модифицированных материалов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к Вариативной части (междисциплинарный профессиональный модуль) учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования	И.ПК(У)-1.1
РД-2	Ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области изотопных технологий и материалов	И.ПК(У)-2.3
РД-3	Разрабатывать новые алгоритмы и методы исследования изотопных эффектов и материалов; оценивать изотопные эффекты в различных физико-химических процессах	И.ПК(У) -4.1
РД-4	Эксплуатировать современное физическое технологическое оборудование и приборы; осваивать технологические процессы производства изотопных материалов	И.ПК(У) -5.1 И.ПК(У)-5.3

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 (модуль) 1. Изотопные эффекты в твердых телах и жидкостях	РД1	Лекции	2
		Лабораторные занятия	24
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Теоретические основы изотопных эффектов	РД1	Лекции	6
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Изотопные эффекты в твердых телах и жидкостях

Рассмотрены причины, приводящие к различию физико-химических свойств изотопов. Причины различий в нулевых колебаниях, параметрах решетки и зарядовых радиусов изотопов. Роль термодинамических и кинетических факторов в изотопных эффектах физико-химических процессов.

Темы лекций:

1. Обзор изотопных эффектов в твердых телах и жидкостях (2 ч)

Названия лабораторных работ:

1. Количественный изотопный анализ газовой смеси (4 ч)
2. Анализ схемы фрагментации изотопных модификаций молекул при разных напряжениях источника ионов масс-спектрометра (4 ч)
3. Термодинамический анализ кристаллов, содержащих смесь двух изотопов (4 ч)
4. Компьютерное моделирование изотопных кластеров в кристаллах (4 ч)
5. Анализ дефектов, образующихся в твердых телах, от изотопного состава и спектра радиоактивного излучения (8 ч)

Раздел 2. Теоретические основы изотопных эффектов

Рассмотрены основы физики твердого тела и материаловедения, а также влияние изотопных эффектов на свойства материалов (материалы для ядерной энергетики). Например, влияние изотопов на свойства твердых тел в экстремальных условиях: действие радиации или механической нагрузки. Рассматриваются прочность и пластичность, а также их зависимость от других внешних условий (например, магнитного поля). Значительное внимание уделено теплопроводности кристаллов с различным изотопным составом. Показана изотопная зависимость ширины запрещенной зоны полупроводников.

Темы лекций:

1. Энергия нулевых колебаний и изотопный эффект (размер решетки) (1,5 ч)
2. Изотопный эффект, связанной с разницей масс (фонон, теплопроводность, химическая реакция) (2,5 ч)
3. Изотопный эффект, связанный с ядерным спином (время формирования и разрушения химической связи – химическая реакция, пластичность) (2 ч)

Тематика курсового проекта.

Оптимизация по изотопному составу конструкционных материалов.

Расчеты проводятся по индивидуальным вариантам.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме - оформление реферата;
- Курсовое проектирование;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение****Основная литература**

1. Tao Sun, Wei Kang, and Jianxiang Wang Impact of isotopic disorders on thermal transport properties of nanotubes and nanowires // Journal of Applied Physics 117, 035101 (2015) – URL:

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.4906138>.

- Haller, E. E. Physics with Isotopically Controlled Semiconductors / E. E. Haller. - URL: <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/7160>.

Дополнительная литература

- Федотов, А. К. Физическое материаловедение. Учебное пособие. В 3 частях. Ч. 3. Материалы энергетики и энергосбережения / А. К. Федотов, В. М. Анищик, М. С. Тиванов. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. - 463 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75128>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

- <https://www.rosatom.ru/about/>
- <https://www.isotope.com>
- <https://neutrons.ornl.gov/hfir>

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

Zoom Zoom; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Amazon Corretto JRE 8; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Notepad++; WinDjView; ownCloud Desktop Client; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; XnView Classic; Elsevier Mendeley Desktop; Microsoft Teams.

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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 313 (Учебный корпус №10)	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 316 (Учебный корпус №10)	Учебно-исследовательский комплекс для изучения физико-химических процессов с участием радикалов - 1 шт.; Анализатор спектра GSP-827 - 1 шт.; Источник питания GoodWill Instek GPS-1850 - 1 шт.; Осциллограф GDS-2062 - 1 шт.; Осциллограф GDS-2204 - 2 шт.; Скоростная камера HS101H 1024.58 - 1 шт.; Опытный образец лазера АИЛ-0,5 - 1 шт.; Установка галогенной лампы - 1 шт.; Насос перистальтический ЛАБ-НП-1-20М - 1 шт.; Генератор GoodWill Instek GFG-8215A - 1 шт.; Лазер ЛГН-118-3В - 1 шт.; Осциллограф WS 44 XS - 1 шт.; Полупроводниковый источник когерентного излучения - 1 шт.; Источник беспереб. питания 1000VA - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Компьютер - 5 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 239 (Учебный корпус №10)	Компьютер - 1 шт.; Принтер - 1 шт.; Комплект газоаналитического оборудования (масс-спектрометр "Техмас", Персональный компьютер INTEL ATOM D 410) - 1 шт.; Программно-аппаратный масс-спектрометрический комплекс - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования,	Компьютер - 38 шт.; Принтер - 3 шт.; Проектор - 1 шт., Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест.

	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд. 311 (Научно-техническая библиотека)	
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд.210/1 (Научно-техническая библиотека)	Компьютер - 10 шт.; Проектор - 1 шт., Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Изотопные технологии и материалы» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Изотопные технологии и материалы» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик - профессор Мышкин В.Ф.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от «25» июня 2020 г. № 28-д).

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



подпись

Горюнов А.Г.