

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

О.Ю. Долматов

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Лазерные изотопные технологии и лазерные методы диагностики			
Направление подготовки/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Современные изотопные технологии и радиационная безопасность		
Специализация	Изотопные технологии и материалы		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
ИТОГО, ч			108

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

2020г.

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)-1.2	Демонстрирует способность применять методы направленного поиска систем с максимальными разделительными характеристиками для совершенствования процессов изотопного фракционирования	ПК(У)- 1.2.В4	Владеет способностью применять методы управления физико-химическими процессами в жидкой и газообразной среде
				ПК(У)- 1.2.У4	Умеет проводить настройку лазерного излучения на резонансные переходы атомов и молекул
				ПК(У)- 1.2.34	Знает способы возбуждения селективных по изотопам процессов в поле резонансного лазерного излучения
ПК(У)-2	Способен создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разрабатывать методы и перспективные технологии	И.ПК(У)-2.4	Демонстрирует способность применять лазерные методы диагностики различных параметров физико-химических процессов	ПК(У)- 2.4.В1	Владеет опытом решения технологических задач по применению резонансного лазерного излучения
				ПК(У)- 2.4.У1	Умеет использовать лазерные дистанционные методы диагностики параметров изотопных систем и физико-химических процессов
				ПК(У)- 2.4.31	Знает устройство, работу и параметры излучения технологических лазеров
ПК(У)-3	Способен создавать математические и физические модели, описывающие процессы и явления в разделительных каскадах, установках разделения и тонкой очистки веществ, переработки и обезвреживания промышленных отходов	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует готовность к созданию математических моделей, описывающих процессы в разделительных каскадах, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установках	ПК(У)- 3.1.В2	Владеет опытом работы с математическими моделями изотопно-селективных лазерных процессов для решения поставленных разделительных задач
				ПК(У)- 3.1.У2	Умеет проводить математическое моделирование лазерных селективных процессов
				ПК(У)- 3.1.32	Знает принципы построения кинетических моделей для селективных процессов фотоионизации, способы их применения
ПК(У)-4	Способен оценить	И.ПК(У) -4.1	Демонстрирует	ПК(У)- 4.1.В1	Владеет опытом расчета и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	перспективы развития ядерной отрасли, использовать её современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах		способность к применению современных достижений в области разделительных, лазерных, плазменных, установок в решении технологических задач ЯТЦ		оптимизации современных физических установок для разделения, анализа и 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

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

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)-1.2
РД-2	Проводить научные исследования по заданной методике; описывать проводимые исследования и анализировать результаты; разрабатывать способы применения плазменных, лазерных и СВЧ установок, методов экспериментальной физики в решении технических и технологических задач		И.ПК(У)-2.4
РД-3	Разрабатывать новые алгоритмы и методы исследования изотопных эффектов и материалов; оценивать изотопные эффекты в различных физико-химических процессах		И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-3.1
РД-4	Эксплуатировать современное физическое технологическое оборудование и приборы; осваивать технологические процессы производства изотопных материалов		И.ПК(У) -4.1

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 (модуль) 1. Современные лазеры и характеристики лазерного излучения	РД1 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Лазерные резонансные методы управления селективными по изотопам физико-химическими процессами	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Лазерные методы диагностики различных параметров физико-химических процессов в смеси изотопов	РД4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современные лазеры и параметры лазерного излучения

Рассмотрены основные понятия о современных лазерах и параметрах излучения современных лазеров.

Темы лекций:

1. Современные лазеры и параметры лазерного излучения (2 ч)

Темы практических занятий:

1. Решение задач по формированию параметров пучка лазерного излучения (2 ч)
2. Решение задач по лазерному неселективному воздействию на вещество (2 ч)

Названия лабораторных работ:

1. Определение модовой структуры пучка гелий-неонового лазера (2 ч)
2. Изучение явления лазерного пробоя на поверхности мишени (2 ч)
3. Установление взаимосвязи между спектрами поглощения и рассеяния (2 ч)
4. Изучение фотохимических процессов в пропан-бутановой смеси (2 ч)

Раздел 2. Лазерные резонансные методы управления физико-химическими процессами, селективными по изотопам

Дается представление о методах управления физико-химическими процессами в жидкой и газообразной среде. Рассматриваются возможности настройки на резонанс поглощения изотопными модификациями молекул для селективной активации изотопов.

Темы лекций:

2. Процессы при резонансном взаимодействии лазерного излучения с веществом (2 ч)
3. Возбуждение селективных по изотопам процессов при облучении резонансным лазерным излучением (4 ч)
4. Лазерное охлаждение (2 ч)

Темы практических занятий:

1. Решение задач по стимулированию селективных по изотопам химических реакций (2 ч)
2. Решение задач по стимулировании селективных по изотопам процессов охлаждения, давления, ионизации (2 ч)

Названия лабораторных работ:

1. Изучение принципов перестройки длины волны лазеров (2 ч)

Раздел 3. Лазерные методы диагностики различных параметров физико-химических процессов в смеси изотопов

Дается представление о лазерных дистанционных методах диагностики параметров изотопных систем и физико-химических процессов в смеси изотопов.

Темы лекций:

1. Распространение и рассеяние лазерного излучения на гетерогенных системах (2 ч)
2. Рассеяние лазерного излучения на гомогенных системах, включая плазму (1 ч)
3. Лазерный пробой как метод возбуждения свечения аналита (1 ч)
4. Дистанционные лазерные методы диагностики: лидар, анемометрия (2 ч)
5. Лазерная интерферометрия как метод измерения (2 ч)

Темы практических занятий:

1. Решение задач на распространение лазерного излучения по различным средам (2 ч)
2. Решение задач по определению концентрации компонент в их смеси (4 ч)

Названия лабораторных работ:

1. Изучение метода интерферометрии фазовых объектов (2 ч)
2. Регистрация индикатрисы рассеяния лазерного излучения на взвеси частиц (2 ч)
3. Регистрация малоуглового рассеяния лазерного излучения на взвеси частиц (2 ч)

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме - оформление реферата;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

1. Оптическое и лазерно-химическое разделение изотопов в атомарных парах / П. А. Бохан, В. В. Бучанов, Д. Э. Закревский [и др.]. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 228 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105021>.

2. Привалов В. Е. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы: учебное пособие / В. Е. Привалов, А. Э. Фотиади, В. Г. Шеманин. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 288 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5851>.
3. Резание металлов излучением мощных волоконных лазеров / Е. Д. Вакс, И. Ф. Лебёдкин, М. Н. Миленский, Л. Г. Сапрыкин. — Москва: Техносфера, 2016. — 352 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87739>.
4. Вакс Е. Д. Практика прецизионной лазерной обработки / Е. Д. Вакс, М. Н. Миленский, Л. Г. Сапрыкин. — Москва: Техносфера, 2013. — 696 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73510>.

Дополнительная литература

1. Гелий-неоновый частотно-стабилизированный лазер-мера длины в интерферометрах / П. Г. Воробьев, В. С. Гуров, А. А. Кондрахин, Е. Г. Чуляева. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2015. — 108 с.
2. Айхлер Ю. Лазеры: исполнение, управление, применение: пер. с нем. / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер. — Москва: Техносфера, 2012. — 496 с.: ил. — Текст: непосредственный.
3. Петрушкин, С. В. Лазерное охлаждение твердых тел: монография / С. В. Петрушкин, В. В. Самарцев. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 224 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2700>.
4. Котляр Виктор Викторович. Ускоряющиеся и вихревые лазерные пучки / В. В. Котляр, А. А. Ковалев. — Москва: Физматлит, 2019. — 252 с.: ил. — Текст: непосредственный.
5. Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности: учебное пособие / А. И. Ефимова, Л. А. Головань, П. К. Кашкаров [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 248 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108322>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://лазер.рф>
2. <http://lasers.org.ru>
3. <http://www.laserportal.ru>

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; XnView Classic; AkelPad; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 Education; Autodesk Inventor Professional 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; ownCloud Desktop Client; Cisco Webex Meetings; Oracle VirtualBox.

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	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест.

	(Учебный корпус №10)	
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, д. 2, ауд. 242 (Учебный корпус №10)	Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
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. 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 галогенная виброзащищенная - 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 - 1 шт.; Компьютер - 5 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Современные изотопные технологии и материалы» по направлению 14.04.02 Ядерная физика и технологии, специализация «Изотопные технологии и материалы» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик - профессор Мышкин В.Ф.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от «28» июня 2019 г. №16).

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

подпись

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

[illegible]