

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.

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная

Взаимодействие излучения и плазмы с веществом

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		22
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		44
	Самостоятельная работа, ч		64
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Б.П. Вейнберга
---------------------------------	---------	---------------------------------	-----------------------

Заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель	<i>В. Кривобок</i>	Кривобоков В.П.
	<i>П.Н. Бычков</i>	Бычков П.Н.
	<i>Г.А. Блейхер</i>	Блейхер Г.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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	Готовность принимать участие в теоретических исследованиях в различных областях физики, связанных с современными высокотехнологическими способами энергетического воздействия на материалы, основанными на использовании радиационных и плазменных потоков, разрабатывать адекватные физические и математические модели изучаемых процессов.	И.ПК(У)-1.2	Демонстрирует понимание принципов теоретического описания взаимодействия быстрых заряженных частиц и электромагнитного излучения с веществом	ПК(У)-1.2В1	<i>Владеет</i> методиками расчета углового распределения и потерь энергии ускоренными заряженными частицами и электромагнитного излучения при их взаимодействии с атомами вещества
				ПК(У)-1.2У1	<i>Умеет</i> поставить задачу, касающуюся прогнозирования результатов воздействия на вещество пучков заряженных частиц, потоков плазмы и электромагнитного излучения
				ПК(У)-1.2З1	<i>Знает</i> принципы теоретического описания взаимодействия быстрых заряженных частиц и электромагнитного излучения с веществом
ПК(У)-2	Способность участвовать в экспериментальных исследованиях в различных областях физики, связанных с воздействием плазмы и пучков заряженных частиц на вещество, самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру, применять современные методы исследования свойств материалов и различных структур, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов, оборудования и изделий.	И.ПК(У)-2.3	Демонстрирует готовность проводить научные исследования в области модифицирования поверхностных свойств материалов различного назначения	ПК(У)-2.3У1	<i>Умеет</i> объяснять и применять на практике физические принципы, положенные в основу плазменных и пучковых технологий
				ПК(У)-2.3З1	<i>Знает</i> основные принципы модифицирования свойств различных материалов и изделий с помощью плазменно-пучкового воздействия на них
ПК(У)-5	Готовность к участию в производственно-технологической деятельности, связанной с применением плазменных	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует способность принимать участие в производственно-технологической		

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	и пучковых технологий для обработки материалов и синтеза новых материалов (в том числе нанесению функциональных покрытий), определению основных параметров технологических процессов, анализу физических и механических свойств изделий и материалов.		деятельности, направленной на создание модифицирующих покрытий и технологий их осаждения вакуумными плазменно-пучковыми методами	ПК(У)-5.131	<i>Знает</i> основы модификации поверхности с использованием вакуумных плазменно-пучковых методов и принципы работы оборудования
ПК(У)-6	Способность применять современные цифровые технологии и пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров, обосновывать принятие конкретного решения при разработке технологических процессов.	И.ПК(У)-6.1	Демонстрирует готовность применять современные цифровые технологии и пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров обработки поверхности материалов и изделий с использованием источников газоразрядной плазмы и пучков заряженных частиц.		
				ПК(У)-6.1У1	<i>уметь</i> использовать различные закономерности и формулы, а также современные пакеты прикладных программ для решения практических задач в области плазменных и пучковых технологий обработки материалов

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:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знание принципов теоретического описания взаимодействия быстрых заряженных частиц и электромагнитного излучения с веществом	И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.3 И.ПК(У)-5.1
РД2	Умение поставить задачу, касающуюся прогнозирования результатов воздействия на вещество пучков заряженных частиц, потоков плазмы и электромагнитного излучения	И.ПК(У)-1.2
РД3	Владение методиками расчета углового распределения и потерь энергии потоков быстрых заряженных частиц и электромагнитного излучения при их взаимодействии с атомами вещества	И.ПК(У)-6.1

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. Кинематика столкновений	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Сечения взаимодействия	РД1 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества	РД1 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	12
Раздел 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом	РД1 РД2 РД3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	18
Раздел 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	РД1 РД2 РД3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Кинематика столкновений

Упругое рассеяние (нерелятивистский случай): ЛСК и СЦИ; определение центра инерции; картина упругого рассеяния в этих системах координат; диаграмма скоростей и связь углов рассеяния в ЛСК и СЦИ; импульсы скоростей частиц до и после столкновения в СЦИ. Релятивистская кинематика упругого рассеяния; законы сохранения энергии и импульса для релятивистских столкновений. Кинематика неупругих столкновений; энергия реакции; типы реакций; пороговое значение реакций.

Темы лекций

1. Кинематика столкновений: упругое рассеяние.
2. Кинематика неупругих столкновений.

Темы практических занятий

1. Расчёт кинетических характеристик сталкивающихся частиц в результате упругого рассеяния.
2. Расчёт параметров неупругого рассеяния. Проверочная работа № 1.

Раздел 2. Сечения взаимодействия

Прицельный параметр; микроскопическое сечение взаимодействия; дифференциальные сечения; вычисление средних величин; тормозные способности; преобразование сечений; макроскопические коэффициенты взаимодействия частиц с веществом; закон ослабления узкого пучка.

Тема лекции

1. Сечения взаимодействий, тормозные способности.

Тема практического занятия

2. Применение инструментов теории переноса излучений в веществе для расчётов характеристик взаимодействия быстрых частиц с веществом (домашняя проверочная работа № 2).

Раздел 3. Упругие столкновения быстрых заряженных частиц с атомами вещества

Задача двух тел; траектория движения заряженной частицы в поле атомного ядра; связь прицельного параметра с углом рассеяния в СЦИ. Формула Резерфорда. Влияние электронной оболочки на упругое рассеяние заряженных частиц. Особенности упругого рассеяния электронов и позитронов. Сечение Мотта. Многократное рассеяние ускоренных заряженных частиц в веществе.

Темы лекций

1. Задача о траектории движения заряженной частицы в поле атомного ядра.
2. Учёт экранирования ядра атомными электронами в нахождении сечений упругого рассеяния.

Темы практических занятий

1. Вывод и применение формулы Резерфорда.
2. Многократное рассеяние. Особенности рассеяния электронов и позитронов. Расчётно-графическая работа.

Раздел 4. Неупругие взаимодействия заряженных частиц с веществом

Ионизация атомов заряженными частицами. Потери энергии заряженных частиц на ионизацию; формула Бора (классическая теория ионизационных потерь энергии); формула Бёте-Блоха (зависимость потерь энергии заряженных частиц от их начальной энергии; эффект плотности); флуктуации потерь энергии. Тормозное излучение. Радиационные потери энергии ускоренными заряженными частицами; зависимость радиационных потерь энергии от начальной энергии частицы, ее вида и массы; критическая энергия; радиационная единица длины; связь длины пути частицы с ее энергией.

Темы лекций

1. Ионизация атомов заряженными частицами.
2. Теория Бёте-Блоха для расчёта ионизационной тормозной способности быстрых заряженных частиц в веществе.
3. Тормозное излучение.

Темы практических занятий

1. Вывод формулы Бора для тормозной способности быстрых тяжёлых заряженных частиц в веществе.
2. Анализ влияния параметров взаимодействия на ионизационную тормозную способность вещества при облучении быстрыми заряженными частицами.
3. Радиационные потери энергии быстрых заряженных частиц в веществе. Домашняя проверочная работа № 3.

Раздел 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом

Рассеяние электромагнитных волн на свободных зарядах; формула Томсона; рассеяние на связанных зарядах и системе зарядов; когерентное и некогерентное рассеяние. Эффект Комптона; угловое и энергетическое распределение рассеянных фотонов и вторичных электронов; зависимость сечения от энергии. Фотозффект; зависимость сечения от энергии. Эффект образования пар; зависимость сечения от энергии. Зависимость полного сечения от энергии.

Темы лекций

1. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных и связанных зарядах.

2. Когерентное и некогерентное рассеяние электромагнитного излучения на атомах вещества
3. Механизмы взаимодействия рентгеновских фотонов и гамма-квантов с атомами вещества.

Темы практических занятий

1. Расчёт сечений рассеяния электромагнитного излучения на атомах вещества и их анализ.

2. Расчёт сечений рассеяния электромагнитного излучения на атомах вещества.
Проверочная работа.

3. Анализ влияния параметров облучения на характеристики взаимодействия излучения с веществом, подготовка эссе на эту тему.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- работа с лекционным материалом;
- выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних проверочных работ;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Беспалов, В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.И. Беспалов. – Томск: изд. ТПУ, 2008. – 368 с. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m142.pdf> Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

2. Блейхер, Г.А. Теоретические основы обработки материалов импульсными электронными и ионными пучками [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. А. Блейхер, В. П. Кривобоков; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2009/m157.pdf> Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

3. Купчишин, А.И. Взаимодействие высокоэнергетического излучения с веществом [Электронный ресурс] / А.И. Купчишин, В.М. Лисицын, А.А. Купчишин — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 154 с. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m066.pdf> Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <http://www.lib.tpu.ru/> - Научно-техническая библиотека ТПУ
2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.springerlink.com/>
4. Сборник программного обеспечения для студентов НИ ТПУ, режим доступа <https://vap.tpu.ru>

Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
7. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

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

1. Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian Academic

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	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, 2, стр. 4 326	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 46 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Профессор	Блейхер Г.А.

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 28.06.2019 г. № 38).

Заведующий кафедрой –
руководитель Научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга
на правах кафедры, д.ф.-м.н,
профессор



Кривобоков В.П./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлены цели освоения дисциплины 2. Обновлены планируемые результаты обучения по дисциплине	№ 44 от 31.08.2020 г.
2021/22 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлен список литературы 3. Обновлен перечень профессиональных баз 4. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	№ 52 от 30.08.2021 г.
2022/23 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины 5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	№65 от 30.06.2022 г.