

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.

«29» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – очная

Получение и применение импульсных пучков заряженных частиц

Направление подготовки/специальность	16.04.01 Техническая физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Пучковые и плазменные технологии		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
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
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовая работа, курсовой проект)			курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации

зачёт, диф. зачёт

Обеспечивающее подразделение

НОЦ Б.П. Вейнберга

Заведующий кафедрой –
руководитель
научно-образовательного
центра на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

В. Кривобоков

Кривобоков В.П.

Сиделёв

Сиделёв Д.В.

Янин С.Н.

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	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов, предназначенных для использования в области технической физики	ОПК(У)-1.31	Знает устройство и принципы работы современного оборудования и приборов, используемых в области технической физики
ОПК(У)-2	Способность демонстрировать и использовать углублённые теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе из области технической физики	ОПК(У)-2.31	Обладает знаниями о фундаментальных понятиях, механизмах процессов и их закономерностях, имеющих большое значение для решения прикладных задач в области современной технической физики.
ОПК(У)-5	Способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной деятельности, конференциях, выставках и презентациях	ОПК(У)-5.У1	Умеет осуществлять поиск, систематизировать и анализировать необходимые данные в научно-технической литературе, разрабатывать новые перспективные подходы и методы к решению профессиональных задач
		ОПК(У)-5.31	Обладает знаниями о современном состоянии теоретических и экспериментальных работ в области технической физики

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-9	Способность разрабатывать, проводить наладку и испытания, эксплуатировать наукоемкое технологическое и аналитическое оборудование	ПК(У)-9.У1	Умеет разрабатывать структурные схемы вакуумного пучково-плазменного оборудования, контролировать его работу
		ПК(У)-9.31	Знает принципы функционирования и устройство элементов и узлов пучковых и плазменных установок

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания фундаментальных физических принципов, лежащих в основе генерации пучков заряженных частиц и их использовании в решении ряда технологических задач; знать принципы работы ускорителей, используемых в решении практических задач, их основные параметры и области применения.	ОПК(У)-2
РД-2	Выполнять расчеты основных узлов технологических источников, генерирующих пучки заряженных частиц.	ОПК(У)-5
РД -3	Применять экспериментальные методы исследования параметров пучков заряженных частиц.	ОПК(У)-1
РД- 4	Рассчитывать основные параметры ускорителей в зависимости от требуемых параметров пучка заряженных частиц.	ПК(У)-9
РД- 5	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях параметров ионных и электронных пучков.	ОПК(У)-2

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. Применение ускорителей в науке и технике. Эквивалентные ускорители. Физические принципы ускорения заряженных частиц. Ускорители Альвареца, Видероз. Бетатронное соотношение.	РД-1 РД- 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Формирование пучков заряженных частиц. Ионная и электронная оптика. Измерение параметров пучков заряженных частиц.	РД-1 РД -3 РД- 4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Конструктивные особенности различных типов ионных и электронных ускорителей.	РД-2 РД- 5	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Особенности взаимодействия импульсных пучков заряженных частиц с веществом. Детектирование импульсных пучков.	РД -3 РД- 5	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Применение ускорителей в науке и технике. Эквивалентные ускорители. Физические принципы ускорения заряженных частиц. Ускорители Альвареца, Видероз. Бетатронное соотношение.

В историческом контексте рассматривается развитие и применение ускорительной техники для научных и технологических приложений. Сравнивается эффективность пучков заряженных частиц в лабораторной системе и системе центра инерции. Описываются физические принципы ускорения заряженных частиц. Сравниваются между собой ускорительные трубки, ускорители Альвареца и Видероз. Теоретически выводится бетатронное соотношение. Вводится понятие трубы дрейфа, принципа автофазировки, принципа работы ускорителя с бегущей волной.

Темы лекций:

1. Применение ускорителей в науке и технике. Эквивалентные ускорители.
2. Ускорители Альвареца, Видероз. Бетатронное соотношение.

Темы практических занятий:

1. Потери энергии на синхротронное излучение.

2. Ускорители с бегущей волной. Принцип автофазировки.

Лабораторная работа 1. Изучение влияния энергии частиц и частоты электромагнитного поля на конструкционные особенности ускорителей (4 часа).

Раздел 2. Формирование пучков заряженных частиц. Ионная и электронная оптика. Измерение параметров пучков заряженных частиц.

В разделе описывается движение заряженных частиц в ускорителях, излагаются физические основы формирования и удержания их орбите циклических ускорителей. Дается понятие ионной и электронной оптики. Изучаются методы измерения параметров пучков заряженных частиц.

Темы лекций:

3. Формирование пучков заряженных частиц.
4. Ионная и электронная оптика. Измерение параметров пучков заряженных частиц.

Темы практических занятий:

3. Резонаторы электромагнитного поля, Клистроны, их устройство, принцип работы. Фазовое пространство. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.
4. Принцип автофазировки. Радиальная фокусировка в магнитном поле. Фокусировка в неоднородном магнитном поле. Четырехполюсные магниты.

Лабораторная работа 2. Изучение движения частиц в ускорителях (4 часа)

Раздел 3. Конструктивные особенности различных типов ионных и электронных ускорителей.

В сравнении рассматриваются технические и технологические особенности ускорителей различных типов: линейных, циклических, индукционных, сильноточных импульсных.

Темы лекций:

5. Линейные резонансные ускорители, циклотрон, микротрон.
6. Синхротрон, микротрон, синхрофазотрон.

Темы практических занятий:

5. Поворотные магниты. Условие удержания заряженных частиц на орбите.
6. Устройство ускорителей заряженных частиц разных типов.

Лабораторная работа № 3. Изучение конструктивных особенностей различных типов ускорителей (линейные индукционные ускорители, бетатроны, импульсные сильноточные ускорители) (4 часа).

Раздел 4. Особенности взаимодействия импульсных пучков заряженных частиц с веществом. Детектирование импульсных пучков.

Особенности взаимодействия импульсных пучков заряженных частиц с веществом. Детектирование импульсных пучков

Темы лекций:

7. Методы измерения полного тока ионного пучка.
8. Временная форма импульса сильноточного пучка. Пояс Роговского.

Темы практических занятий:

7. Физические процессы, протекающие в твердотельных структурах, под действием

сильноточных импульсных пучков.

8. Тормозное рентгеновское излучение. Применение синхротронного излучения.

Лабораторная работа № 4. Калориметрическое измерение энергии в импульсном пучке (4 часа).

Темы курсовых проектов:

1. Ионный имплантер для легирования фосфором кремниевых пластин.
2. Газовый имплантер для ионного перемешивания.
3. Имплантер атомов металлов для создания слоёв с высокой механической прочностью.
4. Мощный импульсный источник ионов.
5. Генератор нейтронного излучения.
6. Источник ускоренных атомов.
7. Источник ионов со взрывозмиссионным катодом.
8. Источник плазмы для управляемого термоядерного синтеза.
9. Методы измерения параметров импульсных сильноточных пучков.
10. Плазмогенераторы для технологических приложений.
11. Процессы формирования импульсного сильноточного ионного пучка.
12. Новые принципы повышения темпов ускорения заряженных частиц.
13. Ионные источники для очистки поверхности.
14. Ускорители для медицинских целей.
15. Мощный импульсный источник электронов.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Винтизенко, И. И. Линейные индукционные ускорители / И. И. Винтизенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-9221-1637-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91160> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Пашков, П. Т. Физика пучка в кольцевых ускорителях: учебное пособие / П. Т. Пашков. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 264 с. — ISBN 5-9221-0731-3. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59440> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кузнецов, С. И. Ускорители заряженных частиц. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Г. Н. Дудкин, В. Н. Забаев. — Томск: ТПУ, 2011. — 45 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10273> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кривобоков, В. П. Плазменные покрытия (методы и оборудование) : учебное пособие / В. П. Кривобоков, Н. С. Сочугов, А. А. Соловьев. — Томск: ТПУ, 2011. — 104 с. —

ISBN 5-98298-191-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10269> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Пушкарев А.И., Исакова Ю.И. Пучково-плазменные технологии обработки материалов. Лабораторный практикум: Учебное пособие Томский политехнический университет. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/62923/#83> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Винтизенко, И. И. Линейные индукционные ускорители для релятивистских СВЧ-приборов: монография / И. И. Винтизенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1378-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59608>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Винтизенко, И. И. Линейные индукционные ускорители: учебное пособие / И. И. Винтизенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 226 с. — ISBN 978-5-9221-1637-4. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72014> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Числов Н.Н., Числов Д.Н. Введение в радиационный контроль: Учебное пособие Томский политехнический университет . — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/62914> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>
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/>

Свободно распространяемое бесплатное 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;
2. Mozilla Firefox ESR, Google Chrome.

7. 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 (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 2456	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебной мебели на 18 посадочных мест.
----	--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 16.04.01 Техническая физика, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Профессор		Янин С.Н.

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 25.06.2020 г. № 42).

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)