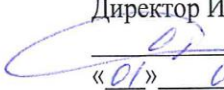


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ
ПРОИЗВОДСТВ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА**

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		44	
ИТОГО, ч		108	

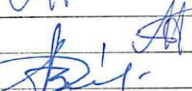
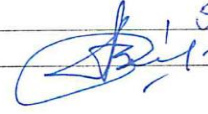
Вид промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	А.Г. Горюнов
	А.В. Обходский

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
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	ПК(У)-23.В7	Владеет основными методами проведения теоретических и экспериментальных исследований, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний
		ПК(У)-23.У7	Умеет применять полученные знания к решению конкретных задач, проводить физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и информационных технологий
		ПК(У)-23.37	Знает методы теоретических и экспериментальных исследований
ДПСК (У)-2	Способен применять знания теории и практики АСУ ТП, включающие математическое, информационное, алгоритмическое и техническое обеспечения для обслуживания и проектирования этих систем в соответствии с заданными требованиями и условиями	ДПСК(У)-2.В2	Владеет методами математического моделирования электрофизических установок, их систем контроля и управления
		ДПСК(У)-2.У2	Умеет разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления электрофизическими установками производств ядерно-топливного цикла
		ДПСК(У)-2.32	Знает основы функционирования и математическое описание электрофизических установок как объектов управления производств ядерно-топливного цикла
ДПСК (У)-4	Способен применять полученные знания в области электроники и автоматики для проектирования новых технических средств систем автоматизированного управления	ДПСК(У)-4.В1	Владеет основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований в области электрофизических установок производств ядерно-топливного цикла
		ДПСК(У)-4.У1	Умеет разрабатывать планы и программы научно-исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ в области электрофизических установок производств ядерно-топливного цикла
		ДПСК(У)-5.31	Знает основные этапы проектирования, ввода в опытную и промышленную эксплуатацию сложных систем электрофизических установок производств ядерно-топливного цикла

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	
РД1	Знать основы физических и технологических процессов, принципы работы современных исследовательских электрофизических установок.	ПК(У)- 23
РД2	Владеть математическим аппаратом описания технологических и плазмо - физических процессов.	ДПСК (У)-2
РД3	Владеть навыками эксплуатации технических, информационных и программных средств, применяемых для проведения экспериментов на исследовательских электрофизических установках управляемого термоядерного синтеза, ускорителях заряженных частиц и импульсных лазерных комплексах.	ДПСК (У)-4
РД4	Владеть методологией проектирования и расчетными методами технико-экономического обоснования решений по созданию электрофизических установок.	ПК(У)-23, ДПСК (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. Введение и общие положения	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел 2. Основные принципы функционирования установок токамак	РД-4	Лекции	6
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	6
Раздел 3. Технологические подсистемы установок токамак	РД-2, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Физические основы ускорительной техники	РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 5. Принципы работы ускорителей заряженных частиц	РД-2, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	6
Раздел 6. Лазерные установки большой мощности	РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	14

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение и общие положения – 4 часа

Рост мирового потребления энергии. Перспективные, альтернативные источники энергии. Преимущества использования реакторов на быстрых нейтронах и термоядерных реакторов для получения энергии. Реакции синтеза легких ядер для создания промышленных термоядерных реакторов. Энергия связи и дефект массы. Сечение и скорость реакции синтеза.

Темы лекций:

1. Альтернативная энергетика.
2. Физические основы термоядерного синтеза.

Раздел 2. Основные принципы функционирования установок токамак – 6 часов.

Базовые понятия и принципы работы установок типа токамак. Понятие магнитных поверхностей. Устойчивость плазмы. Пределы по концентрации плазмы. Баланс энергии в плазме. Требования к параметрам плазмы на установках токамак. Равновесие плазмы в токамаке.

Темы лекций:

1. Физические основы термоядерного синтеза (продолжение).
2. Критерии устойчивости плазмы.
3. Требования к технологическим параметрам на установках токамак.

Раздел 3. Технологические подсистемы установок токамак – 8 часов.

Сценарий работы токамака. Вакуумная камера. Системы формирования сверхвысокого вакуума. Методы нагрева плазмы. Инжектор нейтральных атомов. Системы ВЧ нагрева плазмы. Системы технологической и физической диагностики токамака. Электромагнитная система токамака. Энергосистема токамака.

Темы лекций:

1. Сценарий эксперимента на установке токамак.
2. Методы дополнительного нагрева плазмы.
3. Вакуумная камера и система диагностик токамака.
4. Электромагнитная система токамака.

Раздел 4. Физические основы ускорительной техники – 2 часа.

Программа экспериментов на ускорителях заряженных частиц. Энергия соударения. Классификация ускорителей.

Темы лекций:

1. Физические основы ускорительной техники.

Названия лабораторных работ:

1. Системы хранения и доступа к экспериментальным данным исследовательских электрофизических установок (16 часов).

Раздел 5. Принципы работы ускорителей заряженных частиц – 8 часов.

Линейные ускорители. Циклические ускорители: бетатрон, циклотрон, микротрон, синхрофазотрон. Ускорители на встречных пучках. Проект Большого Адронного Коллайдера (БАК). Детекторы Atlas, CMS, Alice.

Темы лекций:

1. Принцип работы ускорителей разного типа.
2. Технологические системы ускорителя заряженных частиц.
3. Методы измерения на ускорителях.
4. Детекторы соударения заряженных частиц.

Раздел 6. Лазерные установки большой мощности – 4 часа.
--

Программа экспериментов на импульсных лазерных установках. Физические основы функционирования импульсных лазеров большой мощности. Технологические подсистемы лазерных установок. Диагностика физических параметров на лазерных установках. Проект XFEL.

Темы лекций:

1. Физические основы импульсной лазерной техники большой мощности.
2. Методы и средства измерения для лазерных установок.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет характеристик детектора соударения заряженных частиц и анализ его функционирования (*16 часов*).

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену.

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

1. Ускорители заряженных частиц. Курс физики с примерами решения задач: учебное пособие / С. И. Кузнецов, Г. Н. Дудкин, В. Н. Забаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2011. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m16.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. - Текст : электронный.

2. Курс лекций по физике. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм. Колебания и волны: учебное пособие / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина, К. И. Рогозин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ).— Томск : Изд-во ТПУ, 2016. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m014.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

3. Индукционный ускоритель электронов - бетатрон : учебное пособие / В. А. Москалев, Г. И. Сергеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра теоретической и экспериментальной физики (ТиЭФ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2012. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m375.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим

доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный

Дополнительная литература:

1. Система управления процессом подготовки к эксперименту : учебное пособие / В. М. Павлов, А. А. Мезенцев, Е. Ю. Бевзюк [и др.]; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 11.6 MB). — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m226.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

2. Система синхронизации и противоаварийной защиты : учебное пособие / В. М. Павлов, К. И. Байструков, С. В. Меркулов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m225.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

3. Система управления плазмой: учебное пособие / В. М. Павлов, А. В. Обходский, Ю. Н. Голобоков, А. В. Овчинников. — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m227.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

4. Система цифрового управления источниками питания токамака КТМ : учебное пособие / В. М. Павлов, А. Г. Столяров, В. А. Кудрявцев, А. Г. Качкин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m228.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

5. Информационно-измерительная система: учебное пособие / В. М. Павлов, А. В. Шарнин, Г. А. Майструк; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m229.pdf> (дата обращения: 18.03.2020) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

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

1. Adobe Acrobat Reader DC;
2. Google Chrome;
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
4. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Система многоканальной диагностики плазменных процессов - 1 шт.; Испытательный стенд для моделирования работы

	текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 129	экспериментального образца программ – 1 шт. Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест; Компьютер - 14 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 313	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	Обходский А.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «01» сентября 2020 г. №29-д).

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

подпись

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения (протокол)
20___/___ учебный год		