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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ - очная

Технологии производства элементов водородной энергетики

Направление подготовки	**16.04.01 Техническая физика**		
Образовательная программа	**Пучковые и плазменные технологии**		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	**3**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**6**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		

Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	**16**
	Практические занятия	**32**
	Лабораторные занятия	**16**
	ВСЕГО	**64**
Самостоятельная работа, ч		**152**
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		**Курсовой проект**
ИТОГО, ч		**216**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен, дифференцированный зачёт**	Обеспечивающее подразделение	**НОЦ Б.п. Вейнберга ИЯТШ**

Заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры	В. Кривобоков	Кривобоков В.П.
Руководитель ООП		Сиделёв Д.В.
Преподаватель		Соловьёв А.А.

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)-1	Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	ПК(У)-1.У1	Умеет анализировать, планировать и проводить исследования в области пучковых и плазменных технологий, связанных с синтезом, обработкой и применением различных материалов и структур
		ПК(У)-1.З1	Обладает знаниями о современном состоянии теоретических и экспериментальных работ в области пучковых и плазменных технологий, связанных с синтезом, обработкой и применением различных материалов и структур
ПК(У)-3	Готовность осваивать и применять современные физико-математические методы для решения профессиональных задач в области технической физики, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов	ПК(У)-3.В1	*Владеет* современными методами модификации поверхности материалов, создания новых материалов и структур с использованием плазмы и пучков, а также методами анализа свойств материалов и поверхностных структур
		ПК(У)-3.У1	*Умеет* проводить теоретические и экспериментальные исследования в области пучковых и плазменных технологий обработки материалов, создания новых материалов и структур составлять отчёты и практические рекомендации по использованию полученных результатов
		ПК(У)-3.З1	*Обладает знаниями* о физических принципах, лежащих в основе современных технологий обработки материалов, создания новых материалов и структур, базирующихся на использовании плазмы и пучков заряженных частиц
ПК(У)-4	Способность представлять результаты исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и презентаций	ПК(У)-4.В1	Владеет навыками обработки, интерпретации и представления результатов научного исследования, приёмами публичных выступлений и ведения дискуссий
		ПК(У)-4.У1	*Умеет* применять современные компьютерные технологии и информационные ресурсы для представления результатов исследования в формах отчётов, рефератов, публикаций и презентаций
ПК(У)-8	Способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоёмкие технологии в областях технической физики, связанных с применением пучковых и плазменных технологий, с учетом экономических и экологических требований	ПК(У)-8.В1	Владеет навыками разработки и оптимизации современных наукоёмких технологий в областях технической физики, связанных с применением пучковых и плазменных технологий
		ПК(У)-8.З1	Обладает знаниями о физических принципах, лежащих в основе современных радиационных и плазменных технологий модифицирования поверхностных свойств материалов и создания материалов, обладающих новыми функциональными характеристиками

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-10	Готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ	ПК(У)-10.В1	*Владеет* навыками решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач в области плазменных технологий, в том числе с помощью программных продуктов
		ПК(У)-10.У1	Умеет самостоятельно разрабатывать адекватную модель технологического процесса, выполнять расчёты, в том числе используя стандартные или специально разработанные программные средства

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	Обладать знаниями о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе технологий производства и хранения водорода	ПК(У)-3 ПК(У)-8
РД-2	Знать принципы действия топливных элементов	ПК(У)-3 ПК(У)-8
РД-3	Проектировать технологические схемы производства и хранения водорода	ПК(У)-1 ПК(У)-10
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, представлять отчёты и выступать с докладами по результатам исследований	ПК(У)-1 ПК(У)-4

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 в водородную энергетику.	РД-1 РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Методы производства водорода	РД-3 РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Методы хранения водорода	РД-3 РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Топливные элементы	РД-2 РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	30
Курсовой проект	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в водородную энергетику.

Темы лекций:

1. Структура водородной энергетики
2. Физико-химические свойства водорода

Темы практических занятий:

1. Экологические предпосылки водородной энергетики
2. Применение водорода в современной промышленности.
3. Краткое введение в электрохимию (часть 1).
4. Краткое введение в электрохимию (часть 2).

Названия лабораторных работ.

Лабораторная работа 1. Изучение электрохимического кислородного насоса на основе ZrO2-электролита (4 часа)

Раздел 2. Методы производства водорода

Темы лекций:

1. Обзор и анализ существующих методов производства водорода.
2. Плазмохимические методы получения водорода.

Темы практических занятий:

1. Получение водорода с помощью угля, а также из жидких и газообразных

углеводородов.
2. Технологии получения водорода из воды.
3. Технологии получения водорода из биомассы и возобновляемых источников энергии
4. Разработка плазмохимических методов получения водорода.

Названия лабораторных работ.
Лабораторная работа № 2. Определение pO2-профиля пламени твердоэлектролитным сенсором кислорода (4 часа).

Раздел 3. Методы хранения водорода

Темы лекций
1. Обзор и анализ различных способов хранения водорода.
2. Водородная безопасность.

Темы практических занятий
1. Хранение водорода в сжатом и сжиженном состоянии
2. Хранение водорода в виде гидридов.
3. Проектирование технологических схем производства и хранения водорода (часть 1).
4. Проектирование технологических схем производства и хранения водорода (часть 2).

Названия лабораторных работ
Лабораторная работа № 3. Изучение характеристик металл-гидридного накопителя водорода (4 часа).

Раздел 4. Топливные элементы

Темы лекций
1. Принципы функционирования и структура топливных элементов.
2. Обзор и анализ различных видов топливных элементов.

Темы практических занятий
1. Электрохимическая ячейка.
2. Методы производства топливных элементов.
3. Применение топливных элементов в современной промышленности (семинарское занятие 1).
4. Применение топливных элементов в современной промышленности (семинарское занятие 2).

Названия лабораторных работ
Лабораторная работа № 4. Напыление тонкоплёночного электролита твердооксидного топливного элемента (4 часа).

Тематика курсовых проектов (теоретический раздел)
1. Методы получения водорода из возобновляемых источников энергии.
2. Плазмохимические методы получения водорода
3. Перспективы получения водорода из биомассы.
4. Методы получения водорода из воды.
5. Системы хранения водорода в сжатом состоянии.
6. Системы хранения водорода в жидком состоянии.

7. Системы хранения водорода в виде гидридов.
8. Методы транспортировки и распределения водорода.
9. Гибридные автомобили.
10. Автомобили на топливных элементах.
11. Твердооксидные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.
12. Твердополимерные топливные элементы: конструкция, оптимизация, развитие и применение.
13. Системы кондиционирования электроэнергии, производимой топливными элементами.

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 домашних индивидуальных заданий, подготовка докладов на семинарских занятиях;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Юрьева, А.В. Введение в плазменные технологии и водородную энергетику [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Юрьева, А. Н. Ковальчук; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m067.pdf . Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Соловьёв, Андрей Александрович «Твердооксидные топливные элементы» [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Соловьёв, В. П. Кривобоков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), 2013.— Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m065.pdf

Дополнительная литература

1. Каренгин, А.Г. Плазменные технологии переработки веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Каренгин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008 Ч. 2. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.19 MB). — 2009. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. URL: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m137.pdf .
2. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Я. Ушаков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 28 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. URL:http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m191.pdf

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE 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) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр. 4 245б	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; комплект учебой мебели на 18 посадочных мест; автоматизированная установка для изготовления многослойных структур ячеек твердооксидных топливных элементов "РИТМ-СП" – 1 шт.; комплект учебного оборудования для демонстрации основных элементов и процессов водородной энергетики - 1 шт.; комплект оборудования для создания тонкопленочных твердооксидных топливных элементов - 1 шт.; комплект лабораторного оборудования для проведения лабораторных работ по определению PO_2-профиля пламени - 1 шт.; автоматический стенд для изучения характеристик полимерных топливных элементов – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 16.04.01 Техническая физика, специализация «Пучковые и плазменные технологии» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент		Соловьёв А.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, /Кривобоков В.П./
профессор

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	Протокол от 25.06.2020 г. № 42