

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

Твердополимерные топливные элементы			
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	II	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	40	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Б.П. Вейнберга
Заведующий кафедрой-руководитель НОЦ Б.П. Вейнберга на правах кафедры	В. Кривобоков		Кривобоков В.П.
Руководитель ООП	Сиделёв		Сиделёв Д.В.
Преподаватель	А.А. Соловьёв		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
		ОПК(У)-1.31	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	<i>Владеет</i> 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	<i>Умеет</i> 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)-3.31	<i>Обладает знаниями</i> 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)-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)-8.31	Обладает знаниями о физических принципах, лежащих в основе современных радиационных и плазменных технологий модифицирования поверхностных свойств материалов и создания материалов, обладающих новыми функциональными характеристиками.

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	Готовность применять на практике знания о принципах работы и методах анализа функциональных характеристик разных видов твердополимерных топливных элементов.	ПК(У)-1 ПК(У)-8
РД-2	Владеть современными способами проектирования и изготовления твердополимерных топливных элементов и топливных ячеек.	ПК(У)-3 ПК(У)-8
РД -3	Способность выполнять обработку, интерпретацию и представление результатов, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях в области создания топливных элементов для водородной энергетики.	ПК(У)-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. Теоретические основы функционирования твердополимерных топливных элементов (ТПТЭ)	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Электрокаталитические реакции в ТПТЭ.	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	36
Раздел 3. Проектирование, изготовление и диагностика ТПТЭ	РД-2 РД-3	Лекции	-
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	46
Раздел 4. Проектирование и изготовление мембранно-электродной сборки.	РД-2 РД-3	Лекции	-
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	56

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические основы функционирования твердополимерных топливных элементов (ТПТЭ)
--

Темы лекций:

1. Теоретические основы работы ТПТЭ: термодинамика процессов и реакционная

- кинетика (часть 1).
2. Теоретические основы работы ТПТЭ: термодинамика процессов и реакционная кинетика (часть 2).

Темы практических занятий:

1. Устройство и общая схема работы твердополимерных топливных элементов.
2. Различные виды ТПТЭ и особенности их функционирования.
3. Контрольная работа № 1 по разделу «Теоретические основы функционирования ТПТЭ».
4. Обзор методов исследования ТПТЭ: выступления с сообщением на семинарском занятии.

Раздел 2. Электрокаталитические реакции в ТПТЭ.
--

Темы лекций:

3. Электрокаталитическая реакция восстановления кислорода. Восстановление кислорода на графите и углероде.
4. Восстановление кислорода на прочих катализаторах.

Темы практических занятий:

1. Восстановление кислорода на металлических катализаторах.
2. Восстановление кислорода на комплексах переходных металлов.
3. Отравление катализаторов в ТПТЭ.
4. Электрокаталитическое окисление водорода, метанола, этанола и муравьиной кислоты.

Раздел 3. Проектирование, изготовление и диагностика ТПТЭ
--

Темы практических занятий:

1. Проектирование и изготовление твердополимерных топливных элементов (часть 1).
2. Проектирование и изготовление твердополимерных топливных элементов (часть 2).
3. Основы метода циклической вольтамперометрии.
4. Применение метода циклической вольтамперометрии для тестирования ТПТЭ.
5. Семинарское занятие с докладами по темам рефератов (часть 1).
6. Семинарское занятие с докладами по темам рефератов (часть 2).

Раздел 4. Проектирование и изготовление мембранно-электродной сборки

Темы практических занятий:

1. Каталитические слои ТПТЭ и структура мембранно-электродной сборки.
2. Моделирование каталитического слоя: структура, свойства и изготовление (часть 1).
3. Моделирование каталитического слоя: структура, свойства и изготовление (часть 2).
4. Методы изготовления мембранно-электродной сборки.
5. Контрольная работа по разделу 4.
6. Защита ИДЗ.

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;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- выполнение индивидуальных домашних заданий;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Соловьёв, А. А. Твердооксидные топливные элементы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Соловьёв, В. П. Кривобоков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Томск: Изд-во ТПУ, 2013.— Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m065.pdf>
2. 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>

Дополнительная литература

1. 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. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m191.pdf>
2. Хлебников, В.В. Топливо-энергетический комплекс России в XXI веке. Стратегия развития энергетического будущего»: монография / В. В. Хлебников. — Москва: Научтехлитиздат, 2006. — 331 с.
3. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. — Москва: КноРус, 2010. — 228 с.

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 2456	Компьютер - 1 шт.; проектор - 1 шт.; экран – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 1 шт.; 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.; 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 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,
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. 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