

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
 «__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 202__ г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Ядерно-водородные технологии			
Направление подготовки/ специальность	03.04.02 Физика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Физика конденсированного состояния		
Специализация	Физика конденсированного состояния		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		32
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч		96	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ
---------------------------------	-------	---------------------------------	-----

Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Лидер А.М.
		Склярова Е.А.
		Лаптев Р.С. Седанова Е.П.

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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	И.ОПК(У)-2.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели коллективного исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК(У)-2.1У1	Умеет организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность
				ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками самостоятельно формулировать, организовывать и получать ожидаемые результаты коллективной работы
				ОПК(У)-2.1З1	Знает основные методы проведения коллективного научного исследования
ПК(У)-2	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи актуальных научных исследований в области физики высоких энергий и решать их с помощью современных программно-аппаратных комплексов и методов численного моделирования, в том числе в рамках установок класса «Мегасайенс», с применением последних достижений международного научного сообщества	И.ПК(У)-2.1	Ставить конкретные задачи актуальных научных исследований в области физики высоких энергий и решает их, применяя современные программно-аппаратные комплексы и методы численного моделирования, в том числе в рамках установок класса «Мегасайенс», с применением последних достижений международного научного сообщества	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом постановки конкретных задач научных исследований в области физики высоких энергий и их решения, используя современные программно-аппаратные комплексы и методы численного моделирования
				ПК(У)-2.1У1	Умеет самостоятельно ставить задачи актуальных научных исследований в области физики высоких энергий и решает их, применяя современные программно-аппаратные комплексы и методы численного моделирования с применением последних достижений международного научного сообщества
				ПК(У)-2.1З3	Знает фундаментальные основы процессов взаимодействия потоков частиц с веществом

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 результаты научно-исследовательской деятельности при проектировании и разработки современных способов генерации и хранения водорода.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.1
РД-2	Выполнять анализ современных информационных источников по проблеме генерации и хранения водорода.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.1
РД-3	Использовать знания основных разделов физики для решения задач в проектной и инновационной деятельности при проектировании и разработки современных способов генерации и хранения водорода.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.1

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. Основы ядерных технологий	РД-1	Лекции	8
	РД-2	Практические занятия	16
	РД-3	Самостоятельная работа	48
Раздел 2. Обеспечение безопасности ядерно-водородных технологий	РД-1	Лекции	8
	РД-2	Практические занятия	16
	РД-3	Самостоятельная работа	48

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы ядерных технологий

В разделе представлены физические и технические основы ядерной энергетики, включая базовые сведения из ядерной и нейтронной физики и конструкционные особенности высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР). Рассматриваются отечественные и зарубежные разработки и технологические проекты опытно-промышленных установок с ВТГР, предназначенные для генерации водорода.

Темы лекций:

1. История развития ядерной энергетики. Классификация ядерных реакторов и принцип получения ядерной энергии. Водород в ядерных энергетических установках.
2. Промышленные способы производства водорода. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы (ВТГР): концепция, современное состояние, преимущества и недостатки.
3. Принцип работы установок с ВТГР, предназначенных для генерации водорода: отечественные и зарубежные разработки.
4. Особенности взаимодействия водорода с конструкционными материалами ядерной и водородной энергетики

Темы практических занятий:

1. Характеристики атомных ядер.
2. Радиоактивность: альфа-, бета-распад, гамма-излучение.
3. Взаимодействие излучения с веществами.
4. Взаимодействие нейтронов с ядрами.
5. Деление и синтез ядра.
6. Источники водорода на ЯЭУ
7. Методы позитронной аннигиляционной спектроскопии
8. Анализ дефектов водородного происхождения методами позитронной аннигиляционной спектроскопии.

Раздел 2. Обеспечение безопасности ядерно-водородных технологий

В разделе рассмотрены основные вопросы обеспечения ядерной безопасности ядерных энергетических установок, предназначенных для производства водорода.

Темы лекций:

1. Позитронный контроль дефектов конструкционных материалов современных и перспективных материалов ядерной и водородной энергетики
2. Анализ дефектов водородного происхождения в конструкционных материалах ядерной и водородной энергетики
3. Обеспечение безопасной эксплуатации ядерных установок.
4. Обеспечение водородной безопасности. Культура безопасности.

Темы практических занятий:

1. Анализ дефектов водородного происхождения методами позитронной аннигиляционной спектроскопии
2. Обеспечение безопасной эксплуатации ядерных установок, предназначенные для генерации водорода.
3. Культура ядерной безопасности.
4. Модели взаимодействия водорода с твердым телом.
5. Спектрометр времени жизни позитронов
6. Организация режима безопасности на ядерном объекте
7. Организация режима безопасности на ядерном объекте с линией по производству водорода

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Ларин, Вячеслав Иванович. Потенциальная энергия электрического взаимодействия между электрическими зарядами нуклонов и объединениями нуклонов при их сближении. Цепные ядерные реакции на основе ядер дейтерия - дейтронов. Ядерные превращения стабильных изотопов с использованием возбужденных ядер трития и гелия-3 / В. И. Ларин. — Москва : ЛЕНАНД, 2016. — 143 с.: ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9710-3262-5.

2. Бекман, Игорь Николаевич. Ядерные технологии : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман // 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2018. — 404 с.: ил. — (Университеты России). — Библиогр.: с. 403-404. — Основные сокращения: с. 8. — ISBN 978-5-534-00418-2.

3. Ташлыков, Олег Леонидович. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков; Уральский федеральный университет (УрФУ). — Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 210 с.: ил. — (Университеты России). — Библиогр.: с. 194-196. — Перечень сокращений: с. 5-10. — ISBN 978-5-534-02898-0. — ISBN 978-5-7996-1822-3.

4. Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие для вузов / Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" ; под ред. В. И. Деева // 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 156 с.: ил. —

(Университеты России). — Библиография в конце глав. — Список рекомендуемой литературы: с. 126. — Список сокращений: с. 127-128. — ISBN 978-5-534-08525-9.

5. Левинский, Юрий Валентинович. Водород в металлах и интерметаллидах. Термодинамические, кинетические и технологические характеристики металл-водородных систем : справочник / Ю. В. Левинский, Ю. Б. Патрикеев, Ю. М. Филянд; под ред. Ю. В. Левинского. — Москва : Научный мир, 2017. — 546 с.: ил. — Библиография в конце параграфов. — Условные обозначения: с. 13-14. — ISBN 978-5-91522-439-0.

Дополнительная литература:

1. Конструкционные материалы водородной энергетики. Методы эффективного контроля : учебное пособие / А. М. Лидер [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — 147 с.: ил. — Библиогр.: с. 143-144.

2. Тарасиков В. П. Влияние нейтронного облучения на физико-механические свойства сталей и сплавов отечественных ядерных реакторов : учебное пособие / В. П. Тарасиков, В. А. Соловьев, Г. А. Биржевой [и др.]. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. — 624 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143884>

3. Кузнецов, Сергей Иванович. Физика. Оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва : Юрайт, 2016. — 301 с.: ил. — (Университеты России). — Библиогр.: с. 266. — Глоссарий: с. 267-272. — ISBN 978-5-9916-7536-9.

4. Сазонов, Алексей Борисович. Ядерная физика : учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов // 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2021. — 320 с.: ил. — (Высшее образование). — Библиогр.: с. 315-316. — ISBN 978-5-534-11829-2.

5. Деменков, Василий Георгиевич. Начала электронных методов ядерной физики : учебное пособие / В. Г. Деменков, П. В. Деменков. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 377 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Библиогр.: с. 366-367. — Предм. указ.: с. 368-371. — ISBN 978-5-8114-1902-9.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>
2. База научных статей издательства Elsevier – <https://www.sciencedirect.com/>
3. База научных статей издательства Springer – <https://www.springer.com/gp>
4. База научных статей издательства Mdpi – <https://www.mdpi.com/>

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

1. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
2. Visual C++ Redistributable Package;
3. Mozilla Public License 2.0;
4. MATLAB Full Suite R2020a TАН Concurrent;
5. MathType 6.9 Lite;
6. K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3;
7. GNU General Public License 2;
8. GNU Affero General Public License 3;

9. Far Manager;
10. Chrome;
11. Berkeley Software Distribution License 2-Clause

Дополнительное лицензионное программное обеспечение:

1. Программа обработки спектров временного распределения аннигиляции позитронов LT 10 v.10.2.2. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно <http://prac.us.edu.pl/~kansy/index.php?id=lt10>.
2. Программа обработки спектров доплеровского уширения аннигиляционной линии SP v.1.1. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page_r18.html
3. Программа обработки 3D спектров совпадений доплеровского уширения аннигиляционной линии CDBTools v.1.0. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно <https://sourceforge.net/projects/cdbtools/>
4. Программа расчета поглощения позитронов в многослойных материалах LYS-1 v. 1.0. Лицензия – бессрочная. Программное обеспечение распространяется свободно https://ifj.edu.pl/private/jdryzek/page_r22.html

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 43 122	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 03.04.02 Физика (приема 2022 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Лаптев Р.С.
инженер		Седанова Е.П.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ЭФ (протокол от «___» ____ 202__ г. №____).

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

_____/Лидер А.М./
подпись