

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.

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Современные технологии ядерного топливного цикла

| | | |
|---|--------------------------------------|-----|
| Направление подготовки/ специальность | 14.03.02 Ядерные физика и технологии | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Ядерные физика и технологии | |
| Специализация | Пучковые и плазменные технологии | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | |
| Курс | 1 | 2 |
| Трудоёмкость в кредитах (зачетных единицах) | 3 | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | 16 |
| | Практические занятия | 32 |
| | Лабораторные занятия | - |
| | ВСЕГО | 48 |
| Самостоятельная работа, ч | | 60 |
| ИТОГО, ч | | 108 |

| Вид промежуточной аттестации | Зачёт | Обеспечивающее подразделение | ОЯТЦ |
|---------------------------------------|-------|---------------------------------|-------------------|
| Заведующий кафедрой – руководитель | | | А.Г. Горюнов |
| отделения на правах кафедры | | | П.Н. Бычков |
| Руководитель ООП | | | О.В. Селиваникова |
| Преподаватель | | | |

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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)-1 | Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | И.ОПК(У)-1.13 | Демонстрирует знание и понимание основных технологических стадий ядерного топливного цикла | И.ОПК(У)-1.13.В1 | Владеет представлениями о промышленных технологиях ядерного топливного цикла |
| | | | | И.ОПК(У)-1.13.У1 | Умеет анализировать основные процессы производства электрической и тепловой энергии на атомных электрических станциях, с учетом требований безопасности |
| | | | | И.ОПК(У)-1.13.31 | Знает основные технологические стадии и процессы, вовлеченные в ядерный топливный цикл открытого и закрытого типа, мировые мощности ЯТЦ и экономические рынки, участвующие в цикле, а также понимает политическое влияние на их развитие |

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 | | Индикатор достижения компетенции |
|---|---|----------------------------------|
| Код | Наименование | |
| РД 1 | Способность анализировать основные процессы производства электрической и тепловой энергии на атомных электрических станциях, с учетом требований безопасности | И.ОПК(У)-1.13 |
| РД 2 | Способность анализировать этапы ядерного топливного цикла, включая хранение и транспортирование ядерного топлива | И.ОПК(У)-1.13 |
| РД 3 | Способность оценить перспективы развития атомной энергетики | И.ОПК(У)-1.13 |

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 (модуль) 1. Различные источники энергии | РД1, РД3 | Лекции | 2 |
| | | Практические занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 4 |
| Раздел (модуль) 2. Ядерный топливный цикл. Дореакторная часть | РД3, РД2 | Лекции | 6 |
| | | Практические занятия | 12 |
| | | Самостоятельная работа | 14 |
| Раздел (модуль) 3. Ядерные реакторы и их использование для получения энергии. | РД3, РД2 | Лекции | 6 |
| | | Практические занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 14 |
| Раздел (модуль) 4. Обращение с облученным топливом и радиоактивными отходами | РД2, РД3 | Лекции | 2 |
| | | Практические занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 14 |
| Раздел (модуль) 5. Использования ядерных технологий в целях, не связанных с производством электроэнергии | РД3 | Практические занятия | 8 |
| | | Самостоятельная работа | 14 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Различные источники энергии

Значение курса и его содержание. Требования к обучающимся. Мировая энергетика. Источники энергии. Мировые и национальные проблемы в области энергетики и экологии

Темы лекций:

1. Различные источники энергии

Темы практических занятий:

1. Глобальные источники энергии.
2. Сравнительный анализ различных способов получения энергии

Раздел 2. Ядерный топливный цикл. Дореакторная часть

Урановые руды и минералы. Мировые запасы урана. Гидрометаллургические процессы переработки руд. Вопросы экологии, связанные с добычей урана и его гидрометаллургией. Основы технологий обогащения. Отходы разделительного производства и радиоэкологические последствия обогащения урана. Основы технологии изготовления оксидного топлива. Подготовка трубчатых твэлов: схема получения тонкостенных бесшовных труб. Сборка твэлов в ТВС: способы соединения твэлов в ТВС, технологические методы сборки неразъемных и разъемных соединений. Экологические аспекты твэльного производства.

Темы лекций:

1. Особенности ядерного топлива как источника энергии. Добыча и обогащение урановой руды
2. Методы разделения изотопов урана
3. Основы технологии изготовления топлива

Темы практических занятий:

1. Физические основы получения ядерной энергии

Раздел 3. Ядерные реакторы и их использование для получения энергии.

Основные принципы получения энергии в атомном реакторе. Основные компоненты атомного реактора. Виды теплоносителей атомных реакторов и их характеристики. Классификация реакторов по назначению и мощности, по компоновке АЗ, по количеству контуров охлаждения и т.д. Тепловые контуры атомных станций. Реакторы конверторы и реакторы размножители. Легководные реакторы: реакторы с водой под давлением, кипящие реакторы. Тяжеловодный реактор CANDU. Газоохлаждаемые реакторы. АЭС с натриевым теплоносителем (БН). Перспективные АЭС.

Темы лекций:

1. Основные принципы получения энергии в ядерном реакторе. Управление цепной реакцией деления. Классификация ядерных реакторов по различным признакам.
2. Основные типы энергетических реакторов. Тепловые схемы АЭС с разными типами реакторов
3. Экологические аспекты эксплуатации атомных реакторов

Темы практических занятий:

1. Взаимодействие излучения с веществом

Раздел 4. Обращение с облученным топливом и радиоактивными отходами

Жидкостные и сухие методы переработки ОТВС. Транспортирование ОТВС, хранение на заводе по переработке. Цели и принципы обращения с РАО. Хранение и захоронение РАО. Классификация пунктов хранения и захоронения. Экологические аспекты хранения и захоронения РАО и ОТВС.

Темы лекций:

1. Транспортирование, хранение, переработка, захоронение ОТВС. Радиоактивные отходы

Темы практических занятий:

1. Природные и техногенные источники радиации. Радиация и экология.

Раздел 5. Использование ядерных технологий в целях, не связанных с производством электроэнергии

Использование радионуклидов в промышленности, геологии, медицине, биологии и других областях. Ядерные исследования (ядерная физика, ядерная химия и др.). Типы ускорителей. Нейтронных генераторов и их применение. Оборудование для ядерных исследований. Ядерные реакции и методы производства радиоизотопов. Категоризация радиоактивных источников. Таблица изотопов, характеристика источников.

Темы практических занятий:

1. Использование ядерных технологий в целях, не связанных с производством электроэнергии

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- Подготовка к практическим и семинарским 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

Основная литература:

1. Бойко, В.И. Ядерные технологии в различных сферах человеческой деятельности: учебное пособие / В. И. Бойко, Ф. П. Кошелев; Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m145.pdf> — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст: электронный.
2. Бекман, И. Н. Ядерные технологии: учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020 — (Высшее образование). — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/426112> - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бойко, В.И. Ядерная энергия, ядерный топливный цикл и прикладные ядерные технологии: учебное пособие / В. И. Бойко [и др.]; под ред. В. И. Бойко, М. Е. Силаева. — Москва: Изд-во МНТЦ, 2011. — 282 с.

Дополнительная литература:

1. Вислов И.С. Современное состояние и направления совершенствования ядерно-топливных циклов в ядерной энергетике в соответствии с требованиями экологической безопасности / И. С. Вислов, В. П. Пищулин, С. Н. Кладиев, С. М. Слободян // Теплоэнергетика — 2016. — № 8. — С. 55-61. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S0040363616050106> — Режим доступа: доступ по договору с организацией – держателем ресурса. - Текст: электронный.
2. Крючков Э.Ф. Технические аспекты ядерного нераспространения: учебное пособие / Э.Ф. Крючков, Н.И. Гераскин, В.Б. Глебов, В.М. Мурогов. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2010. — 224 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75756>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010): Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 (с изменениями на 16 сентября 2013 года): Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 N 40: дата введения 2010-09-17. - Текст: электронный // ИСС «Кодекс»: [сайт]. - URL: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Основы технологий ЯТЦ»; URL: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1865>
2. <http://www.lib.tpu.ru/> - Научно-техническая библиотека ТПУ
3. <http://www.sciencedirect.com/>
4. <http://www.springerlink.com/>
5. 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. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>
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/>
7. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnaya-biblioteka-grebennikon-0>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Document Foundation LibreOffice.

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic.
2. Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player.
3. 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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2 307 | Компьютер – 1 шт.; доска аудиторная настенная - 2 шт.; комплект учебной мебели на 140 посадочных мест |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2 313 | Компьютер - 1 шт.; проектор - 2 шт.; комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; тумба подкатная - 1 шт. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», специализация «Пучковые и плазменные технологии» (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО |
|-------------------------------|-------------------|
| Старший преподаватель ОЯТЦ | Селиваникова О.В. |
| | |
| | |

Программа одобрена на заседании НОЦ Б.П. Вейнберга ИЯТШ (протокол от 01.09.2020 г. № 43).

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) |
|-------------|-----------------------|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |