

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

«25»

06

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Процессы и оборудование производств ядерного топливного цикла, как
технологические объекты управления**

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 – Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		-
	Лабораторные занятия		40
	ВСЕГО		72
Самостоятельная работа, ч			72
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			А.Г. Горюнов
Преподаватель			А.В. Кузьмина

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 обучения	
		Код	Наименование
ДПСК (У)-1	Способен применять знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках, знания о технологических процессах и аппаратах производств ядерного топливного цикла для понимания целей и задач АСУ ТП	ДПСК(У)-1.B2	Владеет методами анализа технологических процессов и технологического оборудования производств ядерного топливного цикла как объектов управления применяемых для решения целей и задач АСУ ТП
		ДПСК(У)-1.Y2	Умеет разрабатывать математическое описание технологических процессов и соответствующего технологического оборудования ядерного топливного цикла как объектов управления
		ДПСК(У)-1.32	Знает основные подходы к разработке математических моделей основных технологических процессов производств ядерного топливного цикла на основе построения информационных структур объектов управления.
ДПСК (У)-3	Способен применять знания о технологических процессах и аппаратах ядерного топливного цикла, знания о процессах в ядерных реакторах для разработки их математического описания с целью проведения исследований и проектирования АСУ ТП	ДПСК(У)-3.B1	Владеет методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла
		ДПСК(У)-3.Y1	Умеет разрабатывать математическое обеспечение отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла как объектов управления
		ДПСК(У)-3.31	Знает основные стадии технологических процессов производств ядерного топливного цикла, их связи между собой, существующие ограничения, которые учитываются при моделировании.
ДПСК (У)-5	Способен применять знания общей структуры АСУ ТП ядерного топливного цикла с целью понимания роли в ней отдельных технологических процессов	ДПСК(У)-5.B2	Владеет основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований в области физических установок
		ДПСК(У)-5.Y2	Умеет разрабатывать планы и программы научно-исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ в области физических установок
		ДПСК(У)-5.32	Знает основные этапы проектирования, ввода в опытную и промышленную эксплуатацию сложных систем физических установок
ПК(У)-7	Способен к эксплуатации специальных технических средств, сооружений, объектов и их систем	ПК(У)-7.B5	Владеет методами математического моделирования, системного анализа для исследования отдельных стадий технологических процесса ядерного топливного цикла с целью разработки АСУ ТП и АСНИ.
		ПК(У)-7.Y5	Умеет применять на практике знания о технологических процессах ядерного топливного цикла для исследования отдельных стадий и всего процесса как объектов управления.
		ПК(У)-7.35	Знает основные закономерности химической технологии в области технологических процессов ядерного топливного цикла.

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	Владеть методами анализа технологических процессов и технологического оборудования производств ядерного топливного цикла как объектов управления применяемых для решения целей и задач АСУТП	ДПСК (У)-1
РД-2	Владеть методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла	ДПСК (У)-3
РД 3	Владеть основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований в области физических установок	ДПСК (У)-5
РД 4	Владеть методами математического моделирования, системного анализа для исследования отдельных стадий технологических процессах ядерного топливного цикла с целью разработки АСУ ТП и АСНИ.	ПК(У)-7

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. Современное состояние развития ядерно-топливного цикла	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Раздел (модуль) 2. Процессы и оборудование по добыче и переработке уранового сырья	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 3. Процессы и оборудование по аффинажу урана.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	11
Раздел (модуль) 4. Процессы и оборудование по обогащению урана.	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 5. Процессы и оборудование по производству ТВЭЛов. Виды и оборудование АЭС.	РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	12
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современное состояние развития ядерно-топливного цикла – 4 часа.

Рассматриваются этапы развития ЯТЦ в России и за рубежом, включая проекты ведущиеся в настоящее время.

Темы лекций:

1. Этапы ЯТЦ. Замкнутый ЯТЦ и его развитие в зарубежных странах. Современное состояние развития ЯТЦ в России. Схемы переделов замкнутого ядерного цикла.
2. Ядерное топливо, виды, достоинства, недостатки. Разновидности реакторов. Оработанное ядерное топливо и его применении при производстве топлива для реакторов.

Раздел 2. Процессы и оборудование по добыче и переработке уранового сырья – 6 часов.

Даются технологические схемы гидрометаллургических заводов. Рассматривается основные процессы и аппараты по переработке природного урана. Классификация процессов составляющие этапы производства. Приводятся варианты автоматизации этих процессов.

Темы лекций:

1. Гидрометаллургические заводы по добычи и переработке уранового сырья. Процесс дробления урановой руды и фильтрация на БВФ как ТОУ.
2. Процесс дробления урановой руды и фильтрация на БВФ как ТОУ.
3. Процесс сорбции урана и получение сухого уранового химического концентрата как ТОУ.

Раздел 3. Процессы и оборудование по аффинажу урана. – 4 часа.

Рассматриваются основные процессы и аппараты по очистке природного урана от примесей. Приводятся варианты автоматизации этих процессов.

Темы лекций:

1. Экстракционные процессы очистки урана. Каскад экстракционных колонн как ТОУ. Применяемые контрольно-измерительные приборы на экстракционных колоннах.
2. Процесс упаривания. Выпарной аппарат как ТОУ.

Названия лабораторных работ:

1. «Анализ характеристик циркуляционного насоса и регулирующей арматуры при постоянном стоке. (10 часов).

Раздел 4. Процессы и оборудование по обогащению урана. – 4 часа.

Рассматриваются основные процессы и аппараты по обогащению природного урана по ²³⁵ изотопу. Приводятся варианты автоматизации этих процессов.

Темы лекций:

1. Производство фтора, его роль в ЯТЦ, структура производства, аппаратное оформление. Электролизер как ТОУ.
2. Обобщенная структура производства гексафторида урана, аппаратное оформление. Узел фторирования, десублимации и улавливания как ТОУ.
3. Разделительное производство урана, структура, аппаратное оформление.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ характеристик циркуляционного насоса и регулирующей арматуры при

переменном стоке. (10 часа)

Раздел 5. Процессы и оборудование по производству ТВЭЛов. Виды и оборудование АЭС. – 12 часов.

Рассматриваются основные процессы и аппараты по производству ТВЭЛов и оборудование входящее в состав АЭС. Приводятся математические модели регулирования давления (расхода) при транспортировке жидких сред по трубопроводу.

Темы лекций:

1. Аппаратурное оформление технологических процессов производства ТВЭЛов.
2. Структура и виды АЭС. Назначение и принцип работы парогенератора.
3. Назначение и принцип работы турбоустановки, испарительной установки, конденсационных устройств турбоустановок, турбогенератора.
4. Состав и назначение насосного оборудования АЭС.
5. Запорная и регулирующая арматура АЭС.
6. Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании давления (расхода).

Названия лабораторных работ:

1. Определение динамических характеристик участка при регулировании расхода (10 часов).
2. Разработка математической модели лабораторного стенда и проверка адекватности модели расхода (10 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, 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. Кириллов П. Л. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) / П. Л. Кириллов, Ю. С. Юрьев, В. П. Бобков. — Екатеринбург : АТП, 2015. — 294 с.: ил. — Текст : непосредственный.
2. Воробьев, Александр Владимирович. Парогенераторы АЭС : электронный курс / А. В. Воробьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра атомных и тепловых электростанций (АТЭС). — Электрон. дан. — Томск : TPU Moodle, 2014. — URL: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=402> (дата обращения: 18.03.2019) — Режим доступа: доступ по логину и паролю. - Текст : электронный.
3. Карначук В. И. Системы автоматического выравнивания нейтронного потока в ядерных реакторах : учебное пособие / В. И. Карначук; Национальный исследовательский

Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2009. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m144.pdf> (дата обращения: 18.03.2019) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Бойко В. И. Ядерный топливный цикл и режим нераспространения : учебное пособие для вузов / В. И. Бойко, Д. Г. Демянук, Д. С. Исаченко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m161.pdf> (дата обращения: 18.03.2019) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный

2. Карначук В. И. Системы автоматического управления и защиты реактора ВВЭР-1000 : учебное пособие / В. И. Карначук, А. Г. Горюнов; ТПУ. — Томск : Изд-во ТПУ, 2004. — 91 с.: ил. — Текст : непосредственный. -

3. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 403 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/441786> (дата обращения: 18.03.2019).

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс. «Процессы и оборудование производств ядерного топливного цикла как технологические объекты управления». Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2974>.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. 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. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. Far Manager;
5. Google Chrome;
6. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
7. WinDjView;
8. Zoom Zoom
9. Far Manager;
10. Mozilla Firefox ESR;
11. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
12. XnView Classic.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	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, д. 2, 432А	Экран Lumien Master Control LMC-100130 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 130	Лаб. комплекс для изучения методов и приборов измерения уровня и расхода - 1 шт.; УЛК для изучения современных способов контроля и управления технологическими процессами – 1 шт.; Учебно-лабораторный комплекс по изучению автоматизации и приборов контроля производств ядерного топливного цикла – 1 шт. Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест Компьютер - 1 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 2019г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	Кузьмина А.В.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» июня 2019 г. №16).

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 ядерно- топливного цикла (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменены формы документов ООП согласно приказу: – «Об утверждении форм документов ООП» (приказ № 127-7/об от 06.05.2020 г.)	от 25.06.2020 г. № 28-д
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.	от 01.09.2020 г. № 29-д