Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

ФГАОУ ВО "СПБПУ"

Подписано цифровой подписью: ФГАОУ ВО "СПБПУ"
DN: 1.2.643.100.3=120B303637343137303034353 7, 1.2.643.100.1=120D313032373830323530352373 9, 1.2.643.3.131.1.1=120C303037383034303030373 7, email=lubla68@mail.ru, c=RU, st=78 г. Санкт-Петербург, l=город Санкт-Петербург, o=ФГАОУ ВО "СПБПУ", ou=ИЯЭ СПбПУ, cn=ФГАОУ ВО "СПБПУ", street=улица Политехническая, 29, 1.2.840.113549.1.9.2=7804040077-472602001-781614963710, title=исполняющий обязанности директора, givenName=Евгений Константинович, sn=Фещенко
Дата: 2021.08.27 12:01:14 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ИЯЭ «СПбПУ» Е.К. Фещенко

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Дезактивация оборудования»

Разработчик	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление (специальность) подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Наименование ООП	14.05.02_01 Проектирование и эксплуатация атомных станций
Квалификация (степень) выпускника	**инженер-физик**
Образовательный стандарт	**СУОС СПбПУ**
Форма обучения	**Очная**

Руководитель ОП А.В. Ельшин

Соответствует СУОС СПбПУ
Утверждена протоколом заседания кафедры "ПиЭАЭС"
от «30» июня 2021 г. № 10

Аннотацию разработал:
Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с. А.В. Ельшин

Цели освоения дисциплины

Эксплуатация ЯЭУ, сопровождаемая воздействием потоков ионизирующих излучений на физико-химические процессы, протекающие в основных контурах, неизбежно приводит к образованию и накоплению радиоактивных загрязнений в теплоносителях, на поверхностях оборудования и контуров. Наличие радиоактивных загрязнений осложняет радиационно-технологический контроль состояния тепловыделяющих элементов активных зон, проведение химико-технологических мероприятий, направленных на повышение безопасности эксплуатации ЯЭУ, обслуживание и ремонт оборудования, приводит к образованию значительных количеств жидких и твердых радиоактивных отходов, может явиться причиной загрязнения окружающей среды. С учетом важности устранения отмеченных отрицательных явлений, в мировой и отечественной практике атомной энергетики дезактивация или снижение уровня радиоактивного загрязнения различных технологических систем, объектов, сред, переработка и локализация радиоактивных отходов рассматриваются в перечне обязательных и регламентных мероприятий, направленных на повышение безопасности атомных энергетических установок. Знание и понимание процессов, определяющих образование радиоактивных элементов, их поведения, процессов радиоактивного загрязнения различных поверхностей и сред, методов, технологий, систем обеспечения дезактивационных работ обеспечивает возможность выбора оптимальных решений дезактивации объектов атомной энергетики в зависимости от конкретных задач, повышение технико-экономических показателей работ. Цель преподавания учебной дисциплины – дать основные понятия и представления о дезактивации в атомной энергетике, сферах ее применения, современных и перспективных методах и технологиях, повысить компетентность будущих специалистов в области химико-технологического обеспечения и контроля дезактивационных работ при эксплуатации атомных электростанций и установок.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-19	**Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций**
ИД-1 ПК-19	Использует технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций
ПК-25	**Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законам в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам**

ИД-5 ПК-25	Анализирует технические и расчетно-теоретические разработки, учитывает их соответствия требованиям законам в области экологии
ИД-8 ПК-25	Анализирует технические и расчетно-теоретические разработки, учитывает их соответствия требованиям законам в области энергосбережения

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- Знает современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов и нейтронно-физическим и теплогидравлическим параметрам ядерной установки при эксплуатации
- Знает методы анализа технических и расчетно-теоретических разработок, учитывая их соответствие требованиям законам в области экологии

умения:

- Умеет применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов и нейтронно-физическим и теплогидравлическим параметрам ядерной установки при эксплуатации
- Умеет использовать методы анализа технических и расчетно-теоретических разработок, учитывая их соответствие требованиям законам в области экологии
- Умеет использовать методы анализа технических и расчетно-теоретических разработок, учитывая их соответствие требованиям законам в области энергосбережения

навыки:

- Владеет навыком интерпретации результатов применения современных экспериментальных методов измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов и нейтронно-физическим и теплогидравлическим параметрам ядерной установки при эксплуатации

Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	68
Часы на контроль	8
Общая трудоемкость освоения дисциплины	108, ач
	3, зет

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Зачеты, шт.	1

Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Введение в дисциплину	Понятие дезактивации. Основные термины и определения. Источники радиоактивного загрязнения, их характеристика. Нормативная база по ограничению радиоактивных загрязнений. Объекты дезактивации в атомной энергетике. Цели дезактивации. Виды дезактивационных работ при эксплуатации ЯЭУ.
2. Физико – химические основы процессов радиоактивного загрязнения поверхностей	Процессы, определяющие фиксацию радионуклидов на различных поверхностях. Адгезия, физическая и химическая сорбция, их различие по природе и силам связи радионуклидов с поверхностями. Зависимость процессов от различных факторов. Роль диффузии в процессе радиоактивного загрязнения. Влияние окисления и коррозии металлов на процессы радиоактивного загрязнения

3. Основы теории и практики дезактивации. Физико – химические основы процессов дезактивации.	Основы теории и практики дезактивации. Физико-химические основы процессов дезактивации. Понятие способа дезактивации. Общие требования, предъявляемые к способам дезактивации. Классификация и характеристика способов и методов дезактивации. Физико-механические способы дезактивации. Физико-химические способы дезактивации. Химические способы дезактивации. Общая характеристика, особенности применения, преимущества и недостатки способов дезактивации. Показатели эффективности дезактивационных процессов. Факторы, определяющие выбор процессов при постановке задач по дезактивации. Механические способы дезактивации, вакуумирование, обдув поверхностей потоком воздуха или газа, абразивный обдув, термический способ дезактивации, ионоплазменный способ, водоструйная обработка поверхностей, гидроабразивный способ, пароструйный способ, паровая дезактивация с химическими реагентами (струйный с раствором реагентов, пароэмульсионный, дезактивация перегретым паром), дезактивация фреонами, погружной (ванный) способ дезактивации, пенный способ, дезактивация поверхностей настоями, суспензиями, расплавами солей, сорбционный способ дезактивации, дезактивация съемными полимерными покрытиями, ультразвуковой способ, электрохимические способы дезактивации (погружной, с выносным низкоомным электродом, струйный). Дезактивирующие растворы. Требования, предъявляемые к растворам. Характеристики растворов. Химические реагенты, применяемые при дезактивации различных объектов. Принятая в международной практике аббревиатура обозначения растворов и технологий дезактивации. Устойчивость соединений переходных металлов с различными кислотами в растворах, комплексообразующие кислоты, константы нестойкости соединений металлов с различными лигандами. Растворы для удаления не фиксированных и слабо фиксированных загрязнений. Растворы для удаления прочнофиксированных загрязнений, рыхлых окисных отложений. Растворы для удаления плотных окисных пленок и прочнофиксированных радиоактивных загрязнений с металлических поверхностей (двух - и многованная дезактивация). Растворы для выведения из контуров топливной композиции.

4. Технические средства, используемые для дезактивации поверхностей помещений и оборудования при эксплуатации ЯЭУ.	Общая характеристика технических средств. Техническое оснащение участков дезактивации оборудования на АЭС. Наиболее часто применяемые технические средства. Погружные ванны. Циркуляционные стенды, их оснащение. Ультразвуковые ванны, средства для проведения электрохимической дезактивации. Парогенераторы, пароэжекционные распылители, средства для вакуумной очистки (пылесосы), гидромониторы различного назначения, пеногенераторы, передвижные установки для дезактивации с помощью пара, установки для дезактивации с помощью полимерных покрытий и т. д ..

5. Технологии дезактивации и очистки контуров ЯЭУ.	Дезактивация I контуров ЯЭУ. Характеристика радиоактивных загрязнений контуров на различных этапах эксплуатации. Основные радионуклиды - активированные продукты коррозии и продукты деления, осложняющие эксплуатацию I контуров ЯЭУ. Цели дезактивации. Положительные и отрицательные стороны дезактивации контуров. Особенности формирования радиоактивных загрязнений контуров в зависимости от типа реактора и состояния АЗ. Продукты коррозии в разных реакторах и основные факторы, определяющие их формирование. Основные продукты коррозии, их отличия. Топотактическая и эпитактическая составляющая ПК. Поведение радионуклидов в теплоносителе. Формы существования радионуклидов в теплоносителях ЯЭУ и в дезактивирующих растворах. Требования, предъявляемые к рецептурам и технологиям дезактивации контуров. Общие принципы построения технологий дезактивации контуров. История развития и совершенствования способов дезактивации. Основные направления совершенствования технологий. Типы химических технологий контуров и их характеристики. Краткий сравнительный анализ. Понятие эффективности дезактивации контуров. Контроль процессов дезактивации. Перечень параметров, используемых для контроля и оценки эффективности процессов дезактивации. Достоверность контроля. Относительность значений коэффициента дезактивации при дезактивации оборудования и контуров ЯЭУ. «Высококонцентрационные» технологии дезактивации I контуров ЯЭУ. Виды технологий в зависимости от типа реактора и применяемых рецептур. Двух - и многованные способы дезактивации, однованные технологии. Особенности применения, преимущества и недостатки. «Низкоконцентрационные» и малоотходные технологии дезактивации. Отличительные особенности построения. Знакомство с химико – технологическими принципами проведения «CAN – DECON» процесса дезактивации. Использование трансформации растворов в современных технологиях дезактивации. Рецептуры, используемые в малоотходных технологиях. Их свойства, преимущества и недостатки. Применение ионообменных, магнитных и механических фильтров при дезактивации контуров. Организация байпасной очистки дезактивирующих растворов в процессе циркуляционной химической дезактивации. Регенерация действующих дезактивирующих реагентов, очистка растворов от радионуклидов непосредственно в процессе дезактивации, их влияние на эффективность дезактивации. Выбор форм ионообменных смол в зависимости от состава дезактивирующих рецептур.

	Основные источники образования радиоактивных отходов при эксплуатации ЯЭУ. Международные нормативно-правовые аспекты обращения с радиоактивными отходами. Радиоактивные отходы и окружающая среда. Характеристика отходов. Классификация. Сбор и транспортировка ЖРО. Основные нормативы при обращении с ЖРО. Очистка жидких отходов низкого и среднего уровня. Основные методы очистки, их характеристики. Принципиальные технологические схемы. Осадительные методы очистки. Термические методы очистки. Дистилляция, сушка. Сорбционные методы очистки. Характеристики применяемых сорбентов. Пути повышения эффективности ионообменных методов очистки. Мембранные методы очистки. Использование электродиализа, обратного осмоса, ультрафильтрации.
6. Технология обращения с радиоактивными отходами ЯЭУ.	Комплексные технологические схемы по обращению с РАО. Переработка и отверждение концентратов и пульп среднего и низкого уровня активности. Требования к локализации концентратов. Используемые методы отверждения, основы процессов. Методы битумирования и цементирования, характеристика процессов. Прочность компаундов, выщелачиваемость радионуклидов. Хранение и переработка высокоактивных жидких радиоактивных отходов. Требования к хранению. Процессы, сопровождающие хранение ЖРО. Методы концентрирования и локализации. Упаривание, кальцинация, остекловывание, включение в металлические матрицы. Краткая характеристика методов. Обращение с ТРО. Сбор, сортировка, категорирование, паспортизация ТРО. Методы утилизации ТРО. Прессование, сжигание. Утилизация металлических радиоактивных отходов. Цели, Методы дезактивации, обеспечивающие повторное использование металлов. Технические средства. Методы окончательного захоронения отходов, их характеристика.

7. Очистка радиоактивных газовых выбросов.	Основные источники радиоактивных газовых выбросов. Радионуклиды, определяющие необходимость очистки или дезактивации выбросов. Характеристика выбросов. Методы, используемые при очистке газовых выбросов. Требования по очистке. Рассеивание радиоактивных загрязнений в атмосфере. Очистка выбросов от аэрозольных загрязнений, осадительные и фильтрационные методы. Очистка выбросов от радиоактивных газов.
8. Санитарно-гигиеническая оценка работ по дезактивации. Техника безопасности и экономика, экологические аспекты.	Санитарно-гигиеническая оценка дезактивационных работ. Техника безопасности и экономика дезактивационных работ, экологические аспекты.
9. Знакомство с организацией дезактивационных работ, техническими средствами дезактивации оборудования, ЖРО, ТРО (экскурсии на ЛАЭС, «Радон»).	Основы организации обращения с радиоактивными отходами низкого и среднего уровня активности в атомной энергетике. Знакомство с организацией дезактивационных работ и техническими средствами дезактивации оборудования, обращения с ЖРО (экскурсии).