**Слайд 1**

Добрый день, уважаемая комиссия. Меня зовут Голов П., научный руководитель Щукин Н.В.

Тема моего дипломного проекта “Разработка модели автоматизированной системы контроля радиационной обстановки для полномасштабных тренажеров”

**Слайд 2**

АСКРО начали свое существование с 1960х годов в связи с ростом количества предприятий атомной промышленности и возникшей проблемой повышения радиационной безопасности действующих АЭС и активно развиваются и используются на действующих АЭС.

**Слайд 3**

Основной целью АСКРО является обеспечение руководства АЭС информацией, способствующей минимизации последствий радиационных аварий.

АСКРО состоит из средств контроля (метеостанций и датчиков фотонного излучения), а также расчетных комплексов для прогнозирования распространения радиоактивных примесей во внешней среде.

Функционирование системы осуществляется в режиме реального времени для своевременного оповещения руководства АЭС о возникновении внештатных ситуаций и принятии решений о дальнейших действиях.

**Слайд 4**

В наше время активно разрабатываются и используются полномасштабные тренажеры АЭС, базирующиеся на математических моделях реальных физических процессов.

**Слайд 5**

ПМТ позволяют вырабатывать и закреплять навыки принятия решений оперативного персонала АЭС в штатных, нештатных и аварийных ситуациях.

ПМТ предназначены для повышения и поддержания квалификации персонала действующих АЭС и способствуют повышению экономической эффективности и безопасности при управлении энергообъектом.

**Слайд 6**

Возникла необходимость моделировать тяжелые аварии с выходом радионуклидов из гермообъема с последующим попаданием в атмосферу.

На современных ПМТ такая возможность отсутствует, в связи с чем была поставлена задача разработки модели аварийной ситуации выхода радионуклидов из-под защитной оболочки РУ с попаданием в атмосферу с их последующим переносом.

**Слайд 7**

При работе над дипломным проектом передо мной стояли следующие задачи:

* Разработка модели активации теплоносителя первого контура реакторной установки.
* Разработка модуля анализа свойств местности, прилегающей к АЭС, по данным топологических карт, модуля генерации расчетной сетки и отображения свойств местности на её узлы.
* Решение уравнения переноса радионуклидов в атмосфере.
* Разработка модуля расчета МЭКГИ.

**Слайд 8**

Перейдем к модели активации теплоносителя первого контура и рассмотрим основные пути распространения радионуклидов на АЭС.

Радионуклиды образуются в результате реакции деления ядер топлива в топливной таблетке и могут перейти в газовую полость ТВЭЛа. При нарушении герметичности оболочки радионуклиды могут попасть в теплоноситель активной зоны и соответственно в теплоноситель первого контура, откуда, при разрыве трубопроводов в помещения первого контура или при протечках в парогенераторе в теплоноситель второго контура. Из второго контура радионуклиды могут попасть помещения второго контура при разрыве трубопроводов или в водоем охладитель при протечках в парогенераторе.

**Слайд 9**

Среди важных источников активности, образующихся при работе АЭС выделяют: ИРГ (ксенон и криптон), изотопы йодной группы, нуклиды, входящие в состав аэрозолей (рубидий, цезий, кобольд), а также активационные газы (азот, углерод, аргон и тритий).

**Слайд 10**

В разработанной модели учитываются 2 основных пути образования радионуклидов в процессе работы реактора: выход продуктов реакции деления из-под оболочки ТВЭлов и облучение естественных примесей теплоносителя и продуктов коррозии.

**Слайд 11**

И соответственно в основе модели лежат 2 уравнения:

Уравнение 1 описывает скорость изменения концентрации i-ого радионуклида под оболочкой ТВЭЛа, а уравнение 2 – скорость изменения концентрация 𝑖-ого радионуклида, образующегося в результате облучения естественных примесей̆ и продуктов коррозии, входящих в состав теплоносителя первого контура.

**Слайд 12**

В случае тяжелой аварии радионуклиды могут выйти из гермообъема и попасть в атмосферу => возникает необходимость моделирования их переноса.

В данной работе для моделирования переноса используется уравнение адвекции-диффузии, представленное в формуле 3.

Это уравнение является дифф. уравнением в частных производных, решение которого осуществляется методом конечных элементов.

Для решения используется вычислительный пакет FEniCS и язык программирования Python.

Основным компонентом МКЭ является расчетная сетка.

**Слайд 13**

Разработка расчетной сетки является трудоемким процессом, так сетка может иметь большое количество узлов, нетривиальную форму и неравномерность шага между узлами.

Был разработан программный модуль, которой по заданным параметрам (радиусу, шагу сетки) создает расчетную сетку в виде цилиндра.

Радиус разработанной расчетной сетки составляет 30 километров, шаг сетки увеличивается по мере удаленности от источника и подбирается исходя из разумных временных затрат при решении уравнения адвекции-диффузии и выполнении критерия Куранта.

**Слайд 14**

На слайде пример сгенерированной расчетной сетки. Видно, что в центре, где происходит выброс радионуклидов, шаг сетки более густой, чем на её краях.

**Слайд 15**

Область решения уравнения является неоднородной из-за различных свойств местности для улов расчетной сетки, следовательно возникает необходимость отображения свойств местности на узлы расчетной сетки. Такими свойствами являются шероховатость подстилающей поверхности и степенной коэффициент для расчета профиля ветра.

**Слайд 16**

Для такого отображения был разработан модуль анализа свойств местности по данным топологических карт. На вход модуль принимает карту местности, прилегающей к АЭС, анализирует её на основе заранее подготовленной легенды и сопоставляет каждому из узлов расчетной сетки тип местности.

В результате, были проведены все подготовительные работы для решения уравнения и на следующем слайде представлен пример моделирвоания переноса радионуклидов в атмосфере.

**Слайд 17**

Видно, что в начальный момент скорость ветра имела одно направление, но после были изменена и перенос начал происходить в другом направлении.

**Слайд 18**

И последнее, что было сделано – разработан модуль, позволяющий рассчитать МЭДГИ на прилегающей к АЭС местности.

Измерение МЭДГИ – важная часть любой системы АСКРО, предназначенная для радиационного контроля и своевременной выдаче рекомендаций по эвакуации населения.

Программный модуль принимает на вход концентрации радионуклидов в каждом узле расчетной сетки, а также количество и координаты рпсположения датчиков фотонного излучения и на выходе выдает МЭДГИ, рассчитанную для каждого из датчиков.

В итоге можно сделать вывод о том, что все задачи, поставленные предо мной, были выполнены в ходе работы над дипломным проектом.