

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физ.-мат. наук Петрова Эрнеста Ефимовича на диссертационную работу Курындина Антона Владимировича «Информационная система поддержки принятия регулирующих решений при транспортировании ОЯТ реакторов типа ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации»

Одним из важнейших требований обеспечения безопасности при эксплуатации АЭС является наличие в приреакторных хранилищах свободного объема. Это необходимо для обеспечения предписанной требованиями безопасности возможности полной, в случае реакторов типа ВВЭР, или частичной, в случае реакторов типа РБМК, выгрузки из реактора топлива в любой момент эксплуатации. В последние годы для повышения эффективности использования ядерного топлива внедряются новые виды тепловыделяющих сборок, более стойкие к воздействиям динамических, температурных и иных факторов, а также имеющие более высокое обогащение, что дает возможность увеличить срок нахождения ТВС в реакторе, достичь более высокой глубины выгорания и, следовательно, снизить частоту проведения плановых перегрузок реактора. Однако повышение глубины выгорания приводит к необходимости увеличения срока хранения отработавших ТВС. Это, в свою очередь, может привести к полному заполнению приреакторных хранилищ и нарушению условий безопасной эксплуатации АЭС. Единственным решением для недопущения этого нарушения для действующих АЭС является вывоз ОТВС с площадок АЭС с более «напряженными» характеристиками, чем это было предусмотрено проектом. Поэтому развитие расчетных методов и информационной системы поддержки принятия решений Ростехнадзору о возможности транспортирования ОЯТ с более «напряженными» характеристиками, чему и посвящена представленная диссертация, является **актуальной и практически значимой** задачей.

Научная новизна диссертационной работы Курындина А.В. состоит в том, что, - автор предложил и реализовал принципиально новый подход к оказанию научно-технической поддержки Ростехнадзору с использованием современных компьютерных технологий в виде использования при оценке обоснования безопасности транспортирования ОЯТ проблемно-ориентированной информационной системы,

- автор предложил оригинальную концепцию вышеуказанной информационной системы, основанной на представлении основных показателей безопасности транспортирования партии ОТВС в виде разложения по конечному ряду рассчитываемых заранее «функций Грина», представляющих собой значения мощности эффективной дозы нейтронного, первичного и вторичного гамма-излучения, создаваемого за защитой упаковки источником спектра различных радионуклидов единичной активности, расположенных в различных (конечных) областях топливной части композиции «ТУК+ОТВС». При этом коэффициентами при членах ряда являются значения абсолютных активностей всех изотопов – продуктов деления и активации (включая актиниды), представленные в виде аппроксимационных зависимостей функций известных параметров каждой ОТВС.

Результаты и выводы диссертационной работы Курындина А.В., выносимые на защиту, **достаточно апробированы**, поскольку прошли оценку широкой научной общественностью на конференциях, полно представлены в печатных работах автора (7 печатных работ представлены в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК), что подтверждает личный вклад автора диссертации в развитие соответствующей области знаний.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, в которых полно и аргументировано отражены все этапы решения поставленной автором задачи, а именно:

- представлен полный анализ существующей в Российской Федерации нормативной правовой базы регулирования безопасности при транспортировании ОЯТ, приведены результаты компиляции исходных данных по номенклатуре ТВС и ТУК;
- выполнен анализ методологии и практики обоснования безопасности транспортирования ОЯТ и подходов к оценке этих обоснований Ростехнадзором;
- обоснована концепция и методология информационной системы поддержки принятия регулирующих решений при транспортировании ОЯТ (включая обоснованный выбор математических методов для выполнения оценок и описание расчетных моделей);
- описаны разработанные автором блоки информационной системы;
- подтверждена работоспособность созданной автором информационной системы (ИС) и достоверность результатов, получаемых с её помощью, по

итогах сравнения расчетов значений нормируемых показателей безопасности (тепловыделения, коэффициента размножения материальных систем – упаковок ТУК+ОТВС, мощности эффективной дозы нейтронного и первичного и вторичного гамма- излучения за защитой упаковок) с отдельными экспериментальными данными и с результатами расчетов этих показателей, выполненных другими авторами для нескольких конкретных упаковок.

Из представленных в диссертации материалов и результатов исследований можно сделать вывод, что диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой логически завершенный научный труд. Характерной особенностью диссертации является её комплексность и высокая степень потребности её результатов для решения задач по обеспечению безопасности ядерной энергетики.

Наряду со сказанным по материалам, представленным в диссертации, можно сделать ряд замечаний.

1. Не достаточно строго и последовательно изложен материал по использованию функции Грина, которая в общем случае зависит от шести переменных. При чтении соответствующего раздела возникает ряд вопросов, в частности, не ясно, какие переменные включает введенный автором элемент фазового пространства при расчете дозового функционала. Было бы уместно использовать результаты исследований, например, Л.Н. Усачева и Б. Б. Кадомцева, полученных в 60-х годах прошлого столетия по развитию теории переноса ионизирующих излучений.
2. В диссертации ничего не говорится о принятом автором допущении при расчете дозового функционала об отсутствии влияния ядерного состава ОЯТ в каждом контейнере на самопоглощение нейтронного излучения в области расположения ОЯТ и о величинах возникающей погрешности.
3. Для верификации разработанной ИС автор произвел сравнение своих результатов с результатами расчетов других авторов, полученных посредством прямых расчетов, а также с результатами единственного эксперимента, выполненного на Калининской АЭС. Учитывая высокие требования к результатам, получаемым с помощью разработанной автором ИС по максимальному гарантированию и точности, одного

