

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Давно известно, что продукты деления, образующиеся и накапливающиеся в ядерном топливе во время его облучения в реакторе, представляют опасность, и большое внимание уделяется пониманию того, как эта радиоактивность будет высвобождаться при аварии реактора, и какими могут быть ее последствия. В этом выпуске журнала помещены две статьи, изучающие развитие возможных событий, которые могут привести к аварийному высвобождению большей доли радионуклидов в отработавшем топливе, когда отработавшее топливо однажды будет выброшено из реактора, и применение развитых вычислительных методов моделирования дисперсии в атмосфере и выпадения осадков при таких авариях. В них показано, что имеются такие варианты развития аварии с потенциально катастрофическими последствиями, в которых отработавшее топливо плотно упаковано для хранения в заполненном водой бассейне и для охлаждения после выгрузки из реактора. Эти варианты возможны и в том случае, когда отработавшее топливо будет переработано, а отделенные продукты деления будут храниться в резервуарах в качестве жидких высокоактивных отходов.

В статье Фрэнка Н. фон Хиппеля и Майкла Шеппнера «Уменьшение опасности от пожаров в бассейнах отработавшего топлива» рассматриваются последствия потери воды в бассейне отработавшего топлива атомной электростанции, после которой отработавшее топливо будет нагреваться, загораться и выбрасывать большое количество цезия-137 из топлива в атмосферу. Этот вопрос уже рассматривался в статье Роберта Альвареца, Яна Бейеа, Клауса Янберга, Юньмин Кана, Эда Лаймана, Элисон Макфарлейн, Гордона Томпсона, и Фрэнка Н. фон Хиппеля, «Уменьшение опасности от отработавшего топлива, хранящегося на энергетических реакторах в Соединенных Штатах», опубликованной в данном журнале в 2003 году, вместе с отзывами из Сандийской национальной лаборатории и Комиссии по ядерному регулированию Соединенных Штатов. Важность этой темы возросла в связи с ядерной катастрофой в Японии после землетрясения и цунами 11 марта 2011 года, которая привела к близкому к катастрофическому отказу системы охлаждения, и к нарушению конструктивной целостности бассейна отработавшего топлива на четвертом реакторе в Фукусиме. Это близкое к катастрофе событие повлекло за собой исследования безопасности бассейнов с отработавшим топливом в Соединенных Штатах, в том числе в Комиссии по ядерному регулированию и в Национальной Академии Наук.

В статье фон Хиппеля и Шеппнера отслеживаются события в четвертом реакторе Фукусимы, и для расчетов дисперсии в атмосфере и выпадения осадков применяется программа HYSPLIT, разработанная в Лаборатории исследования воздуха Национальной администрации по океану и атмосфере США; расчеты показали, что если будет выброшен цезий-137, и ветер будет дуть в направлении Токио (что происходило 19 марта 2011 года, через восемь суток после землетрясения и цунами), то может потребоваться переселение 35 миллионов человек на расстоянии до 225 км. В статье рассматривается также случай гипотетического выброса из бассейна на реакторе Пич Боттом в Пенсильвании, который изучался в Комиссии по ядерному регулированию с использованием программной системы для анализа последствий аварий MELCOR (MACCS). Фон Хиппель и Шеппнер нашли, что размер районов, которые будут слишком заражены для того, чтобы там могли оставаться люди, которых придется переселить, будет существенно больше оценок Комиссии по ядерному регулированию. В статье также ставятся под сомнение результаты вычислений расходов и результатов и правила оценки риска для здоровья отдельных лиц и популяций, использованные Комиссией в качестве оснований для разрешения плотной упаковки в бассейнах отработавшего топлива по сравнению с переходом на хранение с низкой плотностью для того, чтобы уменьшить риски и последствия аварии или атаки террористов на бассейн для отработавшего топлива.

Вторая статья этого номера М.В. Раманы, А.Х. Найара и Майкла Шеппнера «Взрывы резервуаров с высокоактивными ядерными отходами: потенциальные причины и последствия гипотетической аварии на индийском перерабатывающем заводе в Калпаккаме» посвящена опасностям, связанным с резервуарами, в которых хранятся большие запасы радиоактивных материалов в форме жидких высокоактивных отходов переработки отработавшего топлива. В ней обсуждаются три типа химических взрывов, которые происходили на перерабатывающих и связанных с ними установках – взрывы красного нейтрального масла, взрывы солей и взрывы водорода, и потенциал их возникновения в резервуаре с высокоактивными отходами. В ней

намечен гипотетический сценарий химического взрыва в резервуаре на индийском перерабатывающем заводе в Калпаккаме, расположенном в 65 км к югу от крупного города Ченнай. В сценарии предполагается, что 10% содержащейся в одном из двух резервуаров радиоактивности выбрасывается в форме мелких аэрозольных частиц; программа HYSPLIT используется для отслеживания этого выброса до тех пор, пока не выпадет его основная часть (примерно в течение 140 часов). Оценивается заражение земли и запрещенная площадь; обнаружено, что суммарная доза радиации для населения только от заражения земли цезием-137, возможно, может привести к нескольким десяткам тысяч смертельных исходов от раковых заболеваний.

И, наконец, в этом выпуске помещен исследовательский материал Фридерике Фрисс и Морица Кутта «БН-800: мощность дозы отработанного топлива и Соглашение об утилизации плутония». Построенная на основании предыдущей статьи «Утилизация плутония в реакторе на быстрых нейтронах БН-800: оценка размножения и изотопного состава плутония», опубликованной в журнале в 2004 году (вместе с Маттиасом Энглертом), новая работа предлагает проверку ключевого требования Соглашения об утилизации плутония (СОУП) между Россией и Соединенными Штатами. Это соглашение обязывает каждую сторону утилизировать 34 тонны избыточного оружейного плутония, и, в случае России, позволяет включить в эту утилизацию использование плутония в качестве топлива реактора на быстрых нейтронах БН-800, который вступает в эксплуатацию в конце 2015 года.

В материале используется компьютерное моделирование для проверки того, удовлетворяет ли отработавшее топливо БН-800 требованию того, что «уровень радиации от каждой сборки отработанного плутониевого топлива таков, что он не будет превышать 1 Зв/час на расстоянии в 1 м от доступной поверхности на центральной линии сборки через 30 лет после того, как облучение было закончено». В материале показано, что топливо в осевой и радиальной зонах воспроизводства не удовлетворяет порогу Соглашения СОУП, так же как и топливо в активной зоне, если оно будет извлечено после одной трети полного проектного периода облучения. Авторы рекомендуют установить соглашения для мониторинга мощности реактора и времен облучения, которые могли бы быть согласованы обеими государствами с Международным агентством по атомной энергии.