

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

В этом выпуске журнала "Наука и всеобщая безопасность" представлены три статьи, в которых рассматриваются технологии производства расщепляющихся материалов, которые могут создать проблемы для существующих соглашений по мониторингу и гарантиям нераспространения. Эти технологии включают новые методы обогащения урана с помощью лазеров, возможный способ скрыть операции на реакторе для производства плутония, и быстрые реакторы с воспроизводящими зонами, в которых может производиться плутоний. В этом выпуске помещена также исследовательская заметка, в которой разъясняется происхождение и технические основы критерия 20-процентной концентрации для отличия пригодного для оружия высокообогащенного урана от непригодного для оружия низкообогащенного урана.

В статье "Оценка распространения для технологии лазерного обогащения урана третьего поколения" Райан Снайдер представляет подробный анализ физических принципов и операционализации разделения изотопов урана посредством лазерного возбуждения и преимущественного подавления конденсации гексафторида урана-235. Система САЙЛЕКС (Разделение изотопов лазерным возбуждением), которая была лицензирована для коммерциализации в Соединенных Штатах компаниями "Дженерал Электрик", "Хитачи" и "Камеко" в качестве проекта "Глобальное лазерное обогащение", может быть основана на таком механизме.

В статье представлены модель каскада лазерного обогащения, способного производить количество высокообогащенного урана оружейного качества (90 процентов урана-235), достаточное для производства по крайней мере одного боеприпаса в год, и предварительная оценка основных связанных сигнатур – физического пространства, потребления энергии и технических навыков, требующихся для эксплуатации такого каскада – в предположении, что они могут быть меньше, чем у аналогичной установки на базе центрифуг. Лазеры, которые могут быть использованы в такой системе, описаны в сетевом приложении, в котором также подробно освещаются аспекты механизма обогащения, связанный коэффициент обогащения (который может быть существенно больше, чем у центрифуг), и модель каскада. Результаты подчеркивают необходимость формальной публичной оценки опасности распространения лазерных технологий обогащения, таких, как САЙЛЕКС и проект "Глобальное лазерное обогащение" с доступом к фактической проектной информации и ключевым эксплуатационным параметрам и сигнатурам.

В статье "Потенциальные сигнатуры и средства обнаружения гипотетического наземного источника с охлаждаемым ядерным реактором" Лэнс К. Ким, Райнер Юнгвирт, Гвидо Ренда, Эрик Вольфарт и Джакомо Дж. М. Кояцци рассматривают варианты мониторинга того, что государство попытается подавить тепловую сигнатуру эксплуатации реактора для производства плутония, понижая вероятность обнаружения, избегая применения башенных охладителей или наземных резервуаров, таких, как озера или реки. Они рассматривают гипотетическую систему скважин, разнесенных на несколько сотен метров, или несколько километров (в зависимости от водоносного горизонта), которые выкачивают подземные воды для охлаждения производственного реактора мощностью в несколько десятков киловатт и возвращают нагретую воду под землю. Авторы предполагают, что в принципе при некоторых условиях будет достаточно одной заборной скважины, если нагретая вода из охладительной системы реактора будет непосредственно закачиваться обратно в водоносный горизонт.

Система охлаждения реактора, основанная на скважинах подземных вод, будет обладать своими собственными сигнатурами, и статья включает обзор возможных визуальных, тепловых, сейсмических, химических и радиологических маркеров, и обсуждение того, как они могут быть подавлены или скрыты. Сигнатуры включают конструкции скважин, насосные и энергетические системы, тепловой факел, связанный с возвращаемой водой, и случайные выбросы, а также радиологическое загрязнение и химические изменения в водоносном горизонте от впрыскивания нагретой воды. Эти сигнатуры могут потребовать новых методов мониторинга.

Бернадетт К. Когсуэлл и Патрик Хубер в своей статье "Обнаружение размножающих воспроизводящих зон с использованием антинейтрино" оценивают возможность определения из-за пределов здания корпуса реактора, работает ли реактор-размножитель на быстрых нейтронах с плутониевым топливом с урановой воспроизводящей зоной вокруг активной зоны. Полагают, что Франция использовала свой реактор-размножитель "Феникс" для производства оружейного плутония. Такой сценарий сейчас стал важным, поскольку Россия обязалась утилизировать 34 тонны избыточного оружейного плутония поддающимся проверке способом в качестве топлива на своих реакторах-размножителях БН-600 и БН-800 в части Соглашения по утилизации плутония с Соединенными Штатами; по этому соглашению с реактора БН-600 должна была быть снята радиальная воспроизводящая зона. Этот вопрос так-

же имеет отношение к эксплуатации индийского реактора "Прототип реактора-размножителя на быстрых нейтронах" (PFBR), который предположительно входит в программу производства электроэнергии, но, по оценкам, может производить в своей воспроизводящей зоне около 140 кг оружейного плутония в год; этот реактор должен был войти в эксплуатацию в 2016 году. Он не находится под гарантиями Международного агентства по атомной энергии, но Индия может предложить некоторые средства мониторинга для подтверждения того, что этот реактор не производит плутония для оружия.

В статье предлагается новый вызов и область применения для создателей детекторов антинейтрино. Предлагаемый метод обнаружения базируется на восстановлении спектра антинейтрино для различения антинейтрино, излучаемых при делении, и антинейтрино, образующихся при захвате нейтрона ядром урана-238 и последующих бета-распадах до плутония-239, и эффектах от рассеяния нейтрино на ядрах. Анализ показывает, что возможно определение наличия или отсутствия воспроизводящей зоны вокруг активной зоны с помощью гипотетического детектора, содержащего 100 килограммов вещества детектора при длительности измерений в 90 суток на расстоянии в 25 метров от активной зоны (в предположении идеальной эффективности). Оценка количества плутония в такой воспроизводящей зоне с данным типом детектора возможна, но неопределенности будут велики, а оценка изотопного состава плутония в такой воспроизводящей зоне потребует дополнительных данных, которых данный детектор предоставить не сможет.

Исследовательская заметка "О происхождении и значении линии разделения между низкообогащенным и высокообогащенным ураном" Эндрю Брауна и Александра Глезера проливает свет на важную историческую и техническую загадку: как и почему уран, обогащенный до 20 процентов урана-235 (высокообогащенный уран, или ВОО), стал обозначаться как материал, пригодный для изготовления оружия? Они показали, что ответ может быть найден в ключевом меморандуме 1954 года, который был частью усилий правительства США по реализации предвидения развития ядерной технологии и распределения материалов, предложенного в речи Президента Эйзенхауэра "Атомы для мира" в 1953 году.

Обнаруженный историком Эндрю Брауном в Национальном управлении архивов и документации меморандум Лоуренса Р. Хафстеда, директора по разработке реакторов в Комиссии по атомной энергии США, заложил техническое обоснование для ограничения степени обогащения и количества урана, которое могло быть экспортировано в качестве топлива для иностранных исследовательских реакторов так, чтобы свести к минимуму риск использования такого материала для изготовления ядерного оружия. Исследовательская записка раскрывает и объясняет оценку степени обогащения и количества материала, который "не пригоден для любого практического оружия", и вытекающие из нее руководящие указания для ограничения экспорта, предложенные в данном меморандуме. Однако, как указывают Браун и Глезер, политика Соединенных Штатов вскоре стала игнорировать заложенные пределы степени обогащения и количества материала. Последующий экспорт исследовательских реакторов с топливом из ВОО, в том числе и с большим количеством материала оружейного качества (обогащенного ураном-235 до более 90 процентов) оказались постоянной проблемой для международного сообщества.