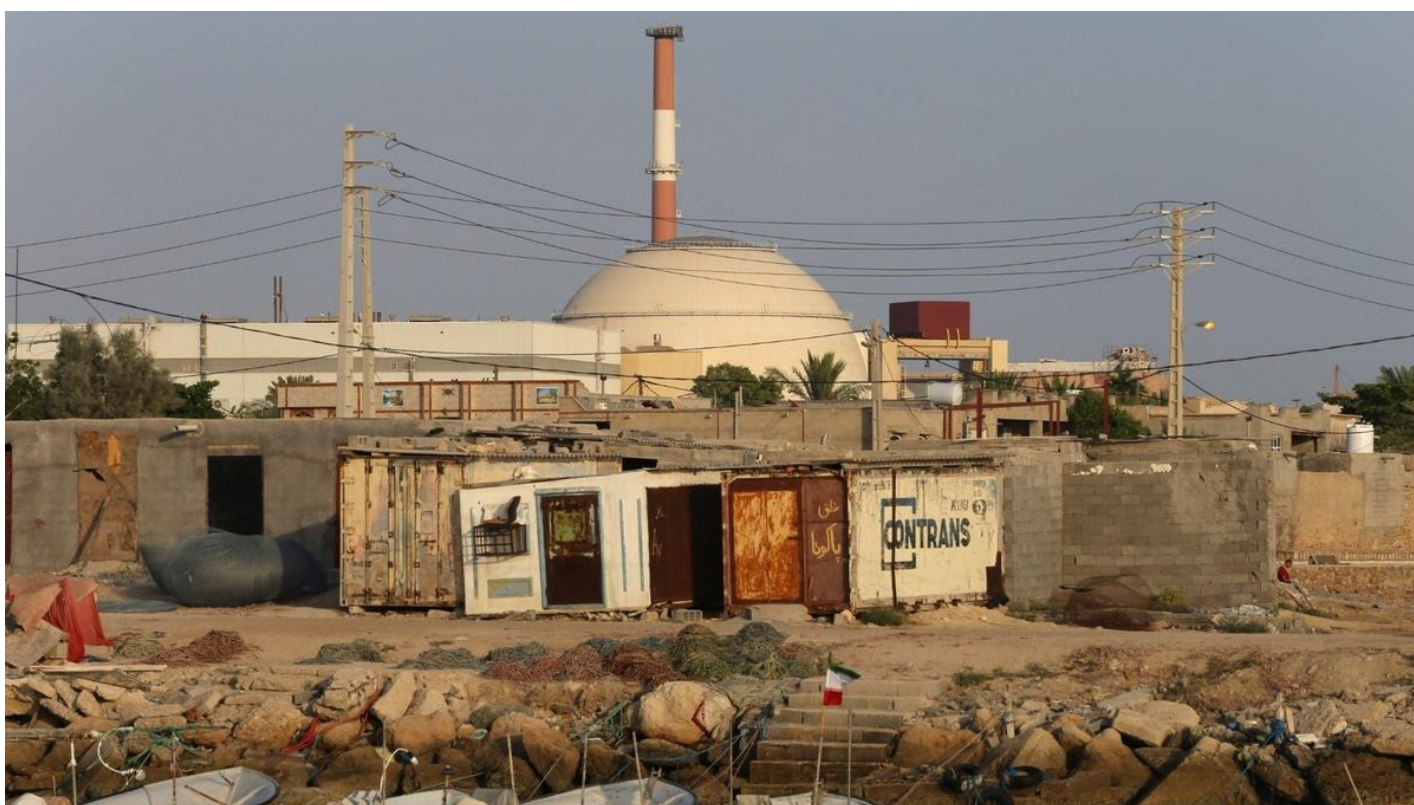


Атомное «пугало»

Об огромной опасности обстрелов маленькой АЭС «Бушер» в Иране — физик-ядерщик Андрей Ожаровский



АЭС «Бушер» в Иране. Фото: SIPA / East News

15:01, 8 апреля 2026,

Валерия Федоренко

собкор «Новой»



Как минимум трижды в течение месяца США и Израиль обстреливали иранскую атомную электростанцию «Бушер». Пока, по утверждениям МАГАТЭ, повреждений нет. Но даже непонятно, остановил ли Иран энергообъект, который дает стране менее 2% электроэнергии, а при аварии на работающем реакторе может создать проблемы на сотни километров вокруг и сотни лет вперед. Что произойдет, если снаряды все же попадут в АЭС? Правда ли, что оболочка энергоблоков так устойчива, как об этом говорят в «Росатоме», который строил эту и еще ряд подобных АЭС в России и других странах? Что сейчас разумно было бы сделать Ирану и почему вообще вопреки международным конвенциям такие объекты все-таки бомбят? Об этом «Новая» беседует с физиком-ядерщиком, экспертом программы «Безопасность радиоактивных отходов» Андреем Ожаровским.

Контекст

«Росатом» объявил об эвакуации сотен своих сотрудников с иранской АЭС «Бушер» из-за обстрела объекта. Станция уже как минимум трижды подвергалась ударам со стороны США и Израиля. В конце марта боеприпас разорвался около насосной станции — на площадке действующего первого энергоблока.

Российская госкорпорация ведет строительство второго и третьего энергоблоков АЭС «Бушер», сейчас оно остановлено. Эвакуация россиян проходит поэтапно, 4 апреля началась основная волна. Всего вывезут около 700 человек (сотрудники «Росатома» и члены их семей), на площадке останутся несколько десятков — глава атомного ведомства Алексей Лихачев заявил, что они будут присматривать за площадкой и обеспечивать сохранность оборудования. При этом полностью уходить с площадки российские атомщики не планируют.

Напомним, что первый энергоблок АЭС «Бушер» с реактором ВВЭР-1000 достроен «Росатомом» в 2010 году. В 2012-м он выведен на 100% мощности и передан Ирану в 2013-м. А в 2016 году началось строительство второго и третьего энергоблоков суммарной мощностью 2,1 тыс. МВт. Завершить работы планировалось в 2026–2027 годах.

По данным МАГАТЭ, «Бушер» в настоящее время обеспечивает менее 2% общего объема производства электроэнергии в Иране. Агентство утверждает, что повреждений на АЭС нет, однако гендиректор МАГАТЭ Рафаэль Гросси предостерег, что продолжение военной активности «может привести к серьезной радиоактивной аварии с последствиями, которые нанесут вред людям и окружающей среде в Иране и за его пределами».



Андрей Ожаровский. Фото: caliber.az

Не реактор, так насос

— «Росатом» утверждает, что, даже если на объекты станции упадет самолет, она выдержит. А такие обстрелы, как сейчас, способны нанести ущерб? Достаточно ли защищены эти энергоблоки от так называемых прилетов?

— Да, действительно, современные энергоблоки прикрыты защитным колпаком. Это толстенная бетонная оболочка. Вот только ее высота и диаметр огромны. Именно поэтому она будет разрушена, по международным данным, при попадании снарядов калибра 150 миллиметров и выше. То есть — от стрелкового оружия, от мелкокалиберной артиллерии, от погодных катаклизмов защитная оболочка (я говорю именно про объекты «Росатома») защищает.

По всем официальным данным, кроме рекламных буклетов, российские защитные оболочки выдерживают падение самолета массой не больше 5,7 тонны. Я лично задавал эти вопросы на слушаниях по атомным станциям, есть также переписка властей Белоруссии и Литвы. Если помните, Россия в Белоруссии построила атомную станцию в 40 км от Вильнюса и тоже рассказывала, что защитная оболочка выдержит падение лайнера. Но четырехтурбинный «Боинг 747», конечно, она не выдержит.

Мне не удалось достоверно выяснить, в каком состоянии сейчас энергоблок «Бушер». Иранские власти вроде как подтверждают, что он находится в работе с выработкой электроэнергии. Почему это важно? Очень велика разница в выходе в окружающую среду опасных радиоактивных веществ при попадании в загруженный и работающий энергоблок или в заглушенный. В работающем энергоблоке температура около 300 градусов, давление — 16 мегапаскалей. И по простому физическому закону четверть, а то и больше накопленных внутри реактора опасных радионуклидов при повреждении

будут выдавлены в окружающую среду. До того момента, пока не уравнивается давление внутри и снаружи.

СПРАВКА «НОВОЙ»

Австрийский проект FLEX Risk изучает географическое распределение рисков от тяжелых аварий на ядерных объектах, в частности АЭС в Европе (в том числе в РФ и Украине). АЭС «Бушер» тоже попала на самый уголок карты. Авторы проекта моделируют, как, в зависимости от самых разных метеорологических условий, будут рассеиваться радионуклиды в атмосфере, а также рассчитывают результирующие дозы радиации и дают примерную оценку последствий.

— Поражающих факторов много: цезий-137, йод-131, кобальт-60 и другие образующиеся в реакторе радионуклиды. Возьмем атмосферные исследования, которые показывают, как мог бы лечь радиоактивный цезий. Это расчеты при аварии не из-за обстрела, а по внутренним причинам. При внешнем военном воздействии при обстреле крупнокалиберной артиллерией, что уже, к сожалению, случилось, на площадке может быть поврежден тот самый бетонный колпак. Даже если он не будет пробит насквозь, падение с большой высоты обломков бетона на корпус реактора на оборудовании первого контура приведет к его разрушению. Это первое.

Второе. Если реактор заглушен, находится в состоянии холодного останова (как, например, из предосторожности очень правильно сделано на Запорожской атомной станции), опасные радиоактивные вещества все еще остаются внутри, но нет механизма их выдавливания в атмосферу и распыления на

тысячи километров с ветрами. Поэтому будет правильно, если Иран остановит из предосторожности выработку электроэнергии. «Бушер» дает стране меньше 2% электроэнергии, это очень малая доля.

Безусловно, АЭС представляет особую опасность, как любой другой объект использования ядерной энергии, где хранятся опасные радиоактивные вещества. Ни одна атомная станция не защищена от военных действий, от обстрелов. Ни одна атомная станция не выдержит попадание.

Поэтому сидим, ждем информацию. Иранцы сведения дают неохотно, и я их понимаю.

Еще одна опасность связана с попаданием не по самому реакторному зданию, но по территории. Если станция в работе, она требует охлаждения реактора. 2/3 выработанной в нем тепловой энергии выбрасывается в окружающую среду. Иранская станция не имеет градирен, используя в качестве водоема-охлаждителя Персидский залив. Вода, в конечном счете, является конечным поглотителем тепла. А как вода попадает в энергоблок? Через насосные станции. Даже если не будет попаданий по самому реакторному зданию, обстрел, который мы уже наблюдали несколько раз, может повредить насосные станции, резервные дизельгенераторы, брызгательные бассейны. Разрушатся способы выдачи тепла наружу. Это примерно как было на «Фукусиме», только там резервные дизельгенераторы были смыты водой из-за природной катастрофы. Здесь же они могут быть повреждены в результате обстрела. А насосные станции никак не защищены. Это просто

здание, где размещены огромные насосы, которые прокачиваются для охлаждения конденсаторов турбин энергоблока.

Если будут повреждены линии электропередачи, станция перестанет выдавать электроэнергию. Если повредятся насосы, то нечем будет подавать воду для снятия остаточного тепловыделения. Конечно, реактор тут же заглушится автоматикой, как и при любых нештатных ситуациях. Но именно из-за остаточного тепловыделения были серьезные последствия у аварии на «Фукусиме». Требуется довольно длительное время, несколько недель, чтобы продолжать охлаждение. При сценарии военной атаки, который я вам описал, это сделать невозможно.

SHAHID MAHALLATI NAVAL BOATYARD, BUSHEHR



BEFORE U.S. STRIKES



AFTER U.S. STRIKES



АЭС «Бушер» до обстрела и после. Фото: USCC

Игра в угрозу

— А если объяснить простым смертным. Вот, например, разрушатся насосы или энергоблок. Что это значит в реальности? Там все сгорит, взорвется, все умрут от

поражения радиацией?

— Если насосы будут повреждены при работе реактора на мощности, он выключится, но из-за остаточного тепловыделения примерно через 2,5 часа вода в реакторе выкипит и начнется расплавление топлива, через 5,5 часа будет проплавлен корпус реактора, и авария перейдет в тяжелую стадию, то есть в радиационную катастрофу.

Опасность представляют радиоактивные вещества. Это искусственные радионуклиды, которые образуются только в реакторах атомных электростанций. В реактор «загружают» природный радиоактивный элемент — уран.

Но там образуется около 200 других искусственных радионуклидов. Радиоактивный йод-131, радиоактивный цезий-137, который до сих пор после Чернобыля вот уже 40 лет лежит по болотам, лесам и полям Белоруссии, Украины, России. В Брянской области — настоящий ужас. Там цезий лежит в огородах.

Реактор — своеобразная «фабрика» по производству радиоактивных веществ. И если эти вещества не выходят в окружающую среду, то все нормально. Но атомщики врут, и время от времени утечки случаются. Или из могильников, куда потом эти вещества складываются, или в результате вот таких аварий. Опасность радиационного инцидента не во взрыве или вспышке, а в невидимых веществах — без света, без запаха. Радиация незаметно выходит в окружающую среду.

Что с ними происходит дальше, зависит от сценариев выброса.

Австрийцы из FLEX Risk рассчитали, что будет, если произойдет выход через вентиляционные трубы. Зачем атомщики их строят, если они там ничего не сжигают? Для выброса радиоактивных веществ. У них есть разрешение на штатные выбросы (кстати, крайне отвратительная практика). А в случае повреждения первого контура произойдут нештатные выбросы на большую высоту, опасные вещества разнесутся потоками воздуха в атмосфере, дальше выпадут на поверхность.

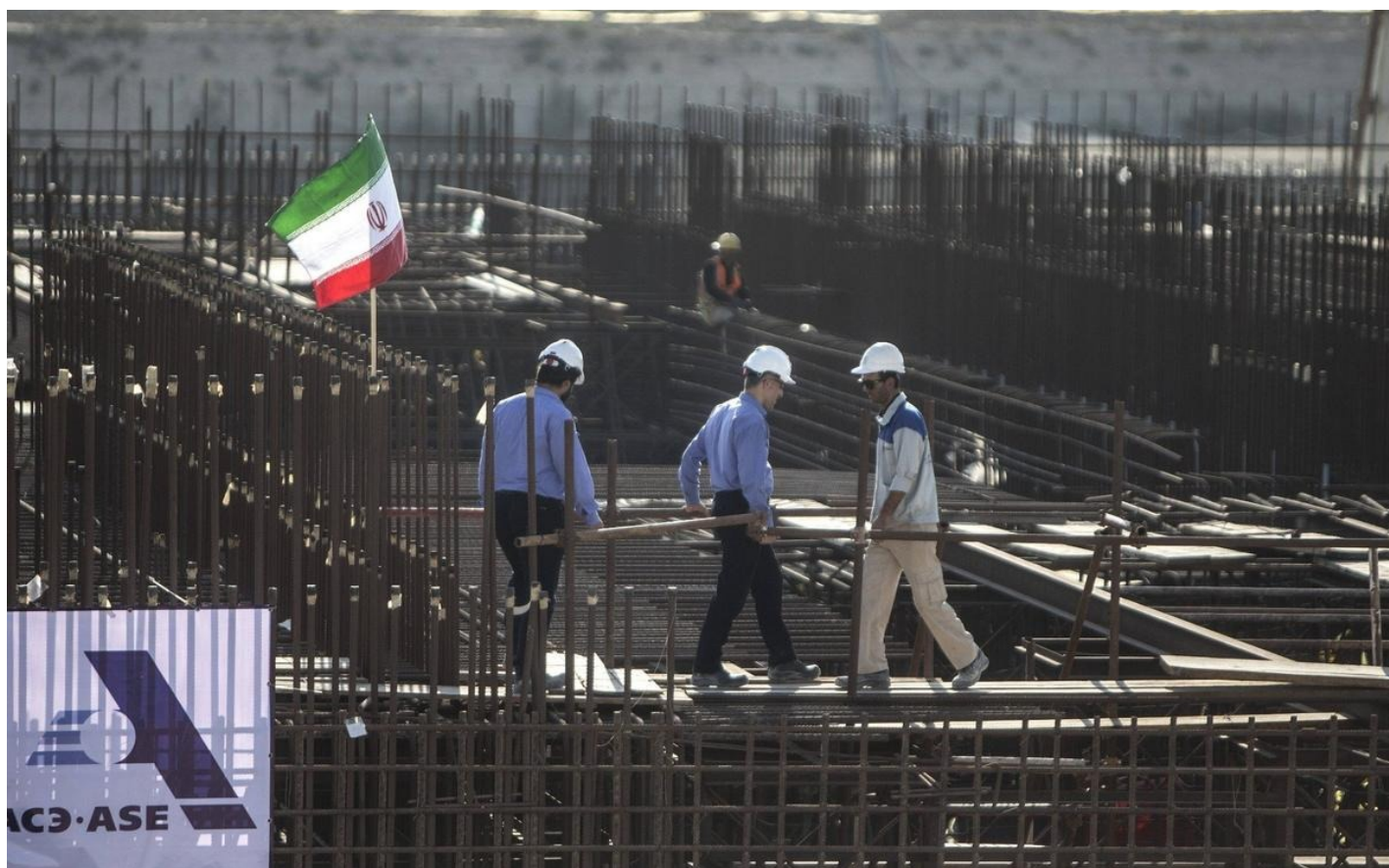
Есть, грубо говоря, два основных сценария. Или погодные условия способствуют концентрации этих радиоактивных веществ. Например, идет дождь, который вымывает радиоактивные вещества, и они ложатся недалеко от атомной станции, в радиусе километров тридцати. При таком сценарии, наверное, в иранской пустыне людям будет меньше вреда, но эти вещества продолжают попадать в грунтовые воды, разноситься ветром.

Или, как было в Чернобыле, они разлетятся на 200 километров. Есть места в этом радиусе, где сейчас запрещено жить и находиться из-за высокой плотности радиоактивного загрязнения. Это территории в Краснопольском районе Могилевской области (Беларусь), в Брянской области России. Там целые населенные пункты эвакуированы и отселены. Меньшему загрязнению подверглись территории Ленинградской, Тульской, Калужской, Орловской областей и других регионов.

Я забыл упомянуть, что на самой Бушерской станции существуют хранилища радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива. При их разрушении тоже будет плохо, но хотя бы нет механизма разнесения вредных веществ на огромные территории. Отходы хранятся в твердом состоянии, без огромной температуры и давления, в контейнерах. Да, про контейнеры можно сказать то же, что и про защитную оболочку: они бетонные, достаточно устойчивые,

при попадании пули им ничего не будет. Но при обстреле теми же артиллерийскими системами несколько контейнеров могут разрушиться, что-то разлетится. Загрязнения произойдут значительные, но на небольшой территории. Их можно будет — в теории — почистить. Бульдозерами или лопатой — зависит от уровня развития страны. Вы знаете, в Советском Союзе после Чернобыля все же предпочли лопату, не смогла техника чистить. Но это хотя бы решаемые задачи.

Самое для нас важное, что Бушер очень далеко. Около 1000–1200 километров до границ России через Каспийское море. И максимум загрязнение может дойти до предгорий Южного Кавказа.



Строительство второй очереди «Бушера». Фото: Imago Sport and News / East News

— **А почему бы Ирану в таком случае просто не остановить АЭС?**

— Сложный вопрос. Или нужно глубже знать экономику — может быть, там есть какие-то локальные энергопотребители.

Это же в целом блок дает меньше 2%, а вдруг где-то рядом есть какой-нибудь условный завод, нефтепровод, которому ровно эти мегаватты нужны? Но вполне возможно, что они используют АЭС как некое пугало.

Сравните: в другом конфликте, России с Украиной, как правило, обе стороны избегают обстрелов атомных станций. Хотя «обычной» энергетики это не касается. Возможно, Иран хочет в эту игру играть: нет, мы это не выключим, и в случае чего враг будет виноват в «новом Чернобыле»? Мне это неизвестно, надо иранцев спросить.

— Ликвидировать последствия аварии, если, не дай бог, она случится, кто будет? Сам Иран, Росатом, МАГАТЭ?

— Вряд ли Росатом и МАГАТЭ, они не имеют отношения к работающему энергоблоку. «Росатом» построил. А эксплуатирующая сторона, а это иранская станция, должна сама разбираться. Что-то я не помню, чтобы в Чернобыль или на Фукусиму МАГАТЭ приезжало с лопатами, и кто-то помогал. Такого не было. Японцы в черные мешки собирали с полей верхний слой почвы с радиоактивными веществами. Советский Союз до этого не додумался, все осталось на полях. Но и японцы сейчас сложили эти, по сути, радиоактивные отходы и сидят-думают: а что с этим теперь делать-то? Как отмыть от радионуклидов сотни тысяч тонн почвы?

А чернобыльское загрязнение — почему мы не почистили-то? Почему в Брянской области по сих пор такое безобразие? Я это видел с помощью своих приборов — и в лесах, и на лугах, и в огородах местных жителей...

«Урановый» и «плутониевый» пути

— Понятно, что для атомной электростанции и для ядерной бомбы требуется уран разной степени обогащенности. Но у

Ирана же есть технологии обогащения?

— Давайте разделять. Атомная станция построена Российской Федерацией, и наша страна снабжает ее топливом, содержащим обогащенный уран. Иран сам не производит и не собирается производить топливо для Бушерской атомной станции. У Ирана есть разветвленная, по мнению мирового сообщества, программа военной направленности, не связанная с АЭС. Это подземные предприятия по обогащению урана — объекты «Фордо», «Натанз» и «Исфахан». Природный радиоактивный элемент уран добывается (у них есть свои месторождения), очищается. При этом плодятся огромное количество вторичных радиоактивных отходов, но сейчас мы не про это. Потом уран соединяется с фтором. Гексафторид урана — это твердое вещество при нормальных условиях, которое при нагревании до 57 градусов и выше и при атмосферном давлении переходит в газообразное состояние, что позволяет его крутить в центрифугах. Это нужно для разделения изотопов, чтобы повысить концентрацию урана-235 и понизить концентрацию урана-238.

Для мирной энергетики повысить концентрацию урана-235 нужно до 4% (в природе меньше 1%). Иран освоил технологию центрифужного обогащения и даже гордился этим. Часть этих объектов была под контролем МАГАТЭ. Скандал начался, когда обнаружилось, что Иран начал обогащать уран не до состояния низкообогащенного, которое хоть как-то можно объяснить (они обещали, что построят исследовательский реактор и сами будут делать для него топливо; опять же — не для «Бушера»), а потом

Международное агентство по атомной энергии обнаружило и описало около 440 кг урана, обогащенного до 60%, который мирного значения не имеет. Нет у Ирана таких

реакторов, которые бы работали на таком уране.

Ну теоретически реакторы подводных лодок могут на нем работать, но это тоже не совсем мирная вещь. У мирового сообщества возникло огромное подозрение, что, если эти огромные заводы станут обогащать уран до 60%, то вскоре Иран получит обогащение 80%, 90%. А это фактически сердцевина для ядерных взрывных устройств.

Бывает также оружие на основе плутония — тогда бы они работали с запасами отработанного топлива той же Бушерской станции, ведь в любом реакторе, работающем на уране, образуется плутоний. Да, сложно, но можно выделить плутоний и строить бомбу на основании плутония.

— Иранцы этим теоретически могут заниматься?

— Делают ли они это — не могу сказать. Плутоний из энергетических реакторов более низкого качества — для военных он хуже. Но это не значит, что из него нельзя делать бомбу. Бомба, которую сбросили американцы на Нагасаки, содержала шесть с лишним килограммов плутония. Ну возьмите 12. Примерно в этом различие. Это просто вопрос эффективности бомбы.

До недавнего времени Бушерская АЭС находилась под гарантиями МАГАТЭ. Это означает, что там присутствовали инспекторы и камеры дистанционного наблюдения. Отработанное ядерное топливо, в котором этот плутоний содержится, — очень «злой» материал, и перемещение его контролируется в рамках Договора о нераспространении ядерного оружия. Иран — часть этого договора, хотя время от времени заявляет о том, что из него выйдет.

Итак, они в теории могут пойти по «плутониевому пути». Но для этого нужно иметь не только отработанное ядерное топливо любого реактора, но химическое производство по выделению плутония, сравнимое по сложности с комбинатом «Маяк». Вложились ли они в такой завод, я не знаю. Но это огромные производства и миллиардные затраты. И еще — все заметят, если они начнут перемещать такие контейнеры. Предположить, что Иран столь расточителен, что пошел сразу по двум путям? Это очень дорого.

Иранцы, как бы то ни было, всё отрицают и говорят, что у них мирная программа.

Для «уранового пути» им нужны центрифуги, они у них уже есть. Есть предприятия по добыче урана, по его переводу — конверсии — в состояние гексофторида урана и по переводу обратно в состояние оксидов, которые могут быть использованы как топливо. А также в металлическое состояние, которое может быть использовано как начинка для ядерных боеприпасов. Частично эти объекты разрушены бомбардировками.

Где именно находятся эти сотни килограммов высокообогащенного урана? Дообогащали ли иранцы его, успели ли эвакуировать до того, как на них начали бомбы сыпаться летом прошлого года? Про это мало кто знает, а кто знает, те не говорят.

И поэтому сейчас американцы вроде бы хотят раскопать разгромленные предприятия и найти обогащенный уран и его извлечь. Вторую неделю слухи ходят чуть ли не о высадке десанта, который будет с экскаватором копать и вытаскивать

этот уран. Похоже на какой-то голливудский фильм. Возможно, это просто часть информационной войны, операция прикрытия. То ли, наоборот, не хотят позволить иранцам вести дальнейшую работу. Ведь уран, лежащий там, пока не представляет опасности. Не важно, обогащенный или объединенный. Там нет цезия, стронция — этих изотопов-убийц. Это, конечно, крайне бесполезное радиоактивное вещество, но где-то на глубине 400 метров в обломках уранообогачительных предприятий — ладно, пусть уж будет могильник радиоактивных отходов. И вреда при потенциальных авариях, при бомбежках намного меньше.

Даже если снять весь голливудский флер, вопрос-то остается: где те четыре сотни килограммов, о которых знает МАГАТЭ? А нет ли еще пары сотен кило, которые просто инспекторы агентства не нашли? Мы знаем про три подземных завода — может быть, есть четвертый? У иранцев было свое производство центрифуг, и никто не знает, сколько они произвели до того, как этот завод был разгромлен. Нет ли еще одного секретного места, каких-нибудь туннелей, где установлены дополнительные центрифуги, которые сейчас работают над тем, чтобы сделать наконец-то уран с обогащением 80–90%?

Так что, как ни странно, на данном этапе военная программа Ирана в части последствий от ее разрушения менее экологически опасна, чем от разрушения реактора.



АЭС «Бушер». Фото: AFP / East News

Равновесие страха

— Вы уже упомянули, что в конфликте России и Украины стороны стараются обойтись без обстрелов АЭС. А вообще в мире есть какое-то реальное понимание, что этого действительно делать нельзя?

— Конечно, есть правила. Существует дополнительный протокол к Женевским конвенциям от 1977 года. Им запрещается применение методов и средств ведения войны, которые могут причинить долговременный, обширный и серьезный ущерб природной среде. Говорится о том, что дамбы, плотины, атомные электростанции не должны становиться объектом нападения.

Но кого это интересует? Кто после начала военных действий будет что-то соблюдать? Россия и Украина взаимно уязвимы. Удар с любой из сторон по ядерным объектам приведет к

катастрофе в обоих государствах. Это такое равновесие страха. Что неприятно — это равновесие неустойчивое. Не дай бог, ракета отклонится от курса и случайно попадет в объект, который не являлся целью.

Такие объекты, как атомные электростанции, другие объекты атомной энергетики, создают невиданную уязвимость на территории страны.

Для Ирана, кстати, «Бушер» — потрясающий случай. Иран — страна-экспортер энергоносителей. Им «мирный атом» нужен, наверное, для мирных целей...

Это южная страна. Поглядите на Китай, на Индию — сотнями гигаватт (я сейчас не оговорился!) в год вводятся мощности солнечной энергетики. Солнечные панели стоят дешевле, и в случае, если по ним попадет снаряд, загрязнения на сотни километров и тысячи лет не появится.

Природа дала Ирану энергоресурс — солнце и ветер. Кем надо быть, чтобы его не использовать? С другой стороны, особо их ругать не буду. Конечно, в 80-е годы не было понятно, подешевеет ли солнечная энергетика. Она же начиналась с очень высоких цен. Сейчас, в последние два-три года, объекты солнечной энергетики дают продукт, киловатт-час электроэнергии, дешевле, чем любой другой. Дешевле даже, чем сжигание угля в тех странах, где он есть. Поэтому иранцы должны не достраивать блоки АЭС, а после мирного договора быстро покупать в Китае дешевые солнечные панели и ставить их на всех приемлемых местах.