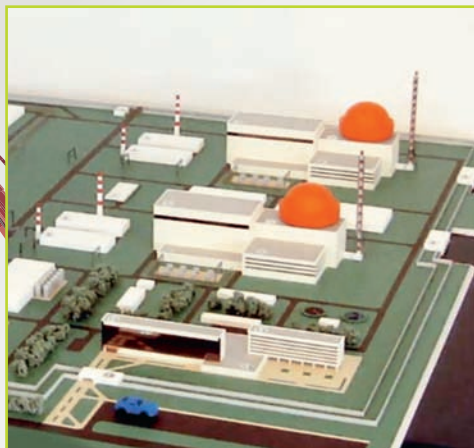
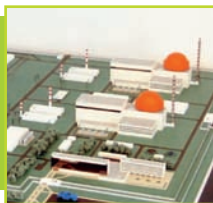




Акатов А. А.,
Коряковский Ю. С.

Атомные ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И БИОСФЕРА



Акатов А. А.
Коряковский Ю. С.

Атомные ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И БИОСФЕРА

УДК 504.05+621.039.58

ББК 28.080.1+31.4

Акатов А. А., Коряковский Ю. С.

Атомные электростанции и биосфера. — М.: Изд-во «Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли», 2010. — 32 с.
ISBN 978–5–91706–028–6

В нынешних условиях, когда российская атомная энергетика находится на подъеме и активно сооружаются новые ядерные энергоблоки, вопрос о воздействии атомных станций на окружающую среду приобретает первостепенную важность. В буклете раскрывается ряд аспектов, связанных с безопасностью АЭС, обращением с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. Проведено сравнение атомной и традиционной тепловой энергетики.



УДК 504.05+621.039.58

ББК 28.080.1+31.4

ISBN 978–5–91706–028–6



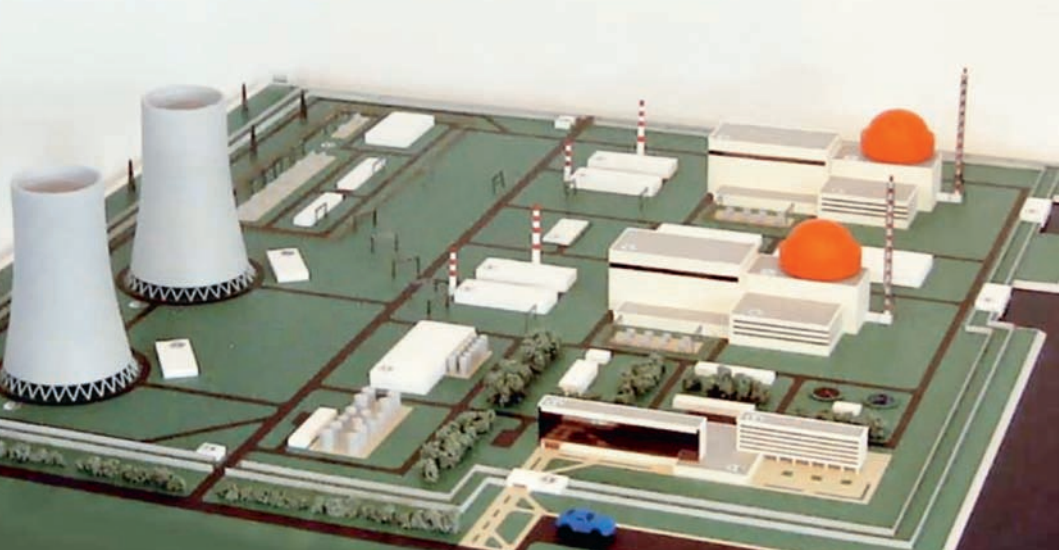
- © Издательство «Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли», 2010
- © Акатов А. А., Коряковский Ю. С., 2010

ВВЕДЕНИЕ

В

клад современных АЭС в общее количество электроэнергии, вырабатываемой в мире, сравнительно велик — целых 14 процентов. Ожидается, что эта доля в будущем не только не сократится, но будет расти: США, Канада, почти все развитые страны Европы, включая Россию, а также развивающиеся восточные страны (Индия, Китай и др.) заявили о стремлении строить новые атомные электростанции. Может возникнуть вопрос: зачем? Разве Чернобыльская авария не продемонстрировала в полной мере опасный потенциал ядерных реакторов? Но если десятки стран взяли курс на развитие атомной

энергетики, значит для этого есть веские основания. Главным среди них, безусловно, является неизбежная истощаемость запасов ископаемого топлива. И это событие совсем не за горами: при растущих темпах потребления запасы нефти и газа практически закончатся к концу XXI века, а угля хватит еще на 200–300 лет. Повсеместное строительство новых АЭС представляется едва ли не единственным реалистичным выходом из грядущего энергетического тупика. Но не все так просто...



АЭС нового поколения (3D-модель)

В целом можно выделить две значимые причины, сдерживающие повсеместное внедрение атомной энергии:

- Высокие капитальные затраты и длительный срок окупаемости (то есть строительство АЭС стоит гораздо больших денег по сравнению с тепловыми станциями, а возврат вложенных средств требует больше времени).
- Экологические проблемы, связанные, прежде всего, с радиационными рисками.

Поскольку запасы ископаемого топлива постепенно подходят к концу, постольку и стоимость нефти, газа, угля будет возрастать и в не столь уж отдаленном будущем нефтяной или газовый киловатт окажется дороже атомного. Поэтому первая причина со временем станет менее значимой. В этом случае на первый план выходит вопрос экологической безопасности. Возникает необходимость разобраться: так ли уж враждебен мирный атом окружающей среде?



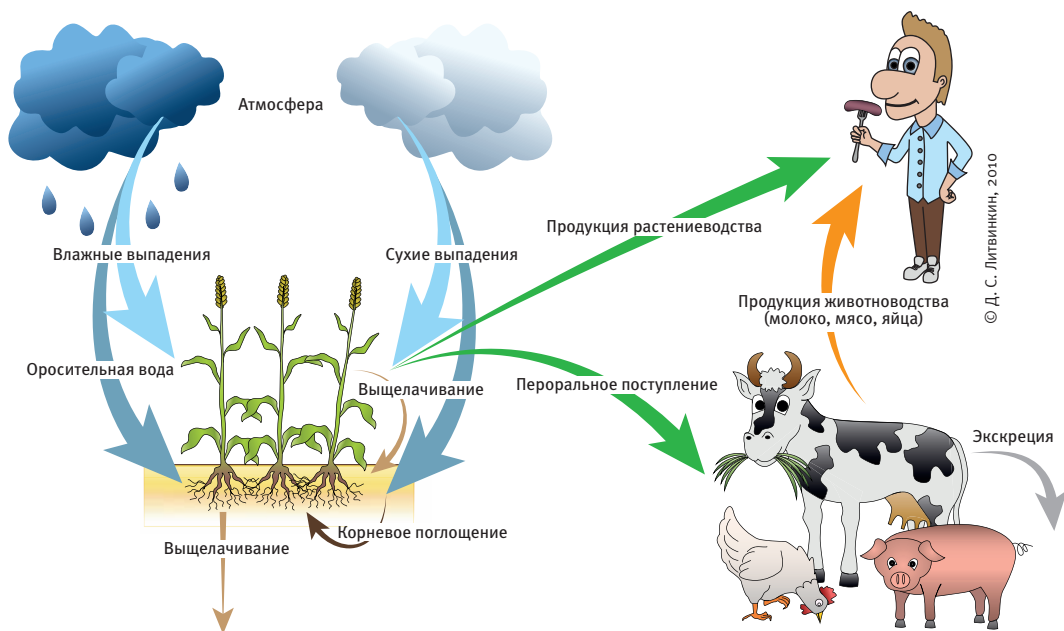
Смоленская АЭС

Для начала мы должны внести ясность и признаться самим себе: «воздействие АЭС на биосферу волнует нас из чисто эгоистических соображений». Странное заявление, не правда ли? Дело в том, что радиация оказывает не такое уж серьезное влияние на живые компоненты окружающей среды. К примеру, самая крупная по последствиям Чернобыльская авария привела к гибели всего 560 гектаров леса. Для сравнения: Норильский горно-металлургический комбинат, работая без аварий в штатном режиме, уничтожил шестьсот тысяч гектаров леса! Даже в наиболее загрязненной зоне, прилегающей к аварийному энергоблоку Чернобыльской АЭС, за годы, прошедшие с момента аварии, дикая природа заново вступила в свои права и чувствует себя в отсутствии человека вполне сносно.

Но к каким выводам мы придем, если проанализируем пути миграции радиоактивных изотопов в окружающей среде? Ведь, попадая в водоемы, они могут оказаться в водозаборных системах, значит, и в питьевой воде. Если из водоема пьют домашние животные, радионуклиды накапливаются в их организме. То же самое и с почвой: если загрязненная земля используется для вы-

ращивания пшеницы, овса и прочих культур, то изотопы попадут в растения, значит, и к нам на стол. Загрязненное пастбище, на котором пасут коров, тоже становится зоной риска: если животные едят радиоактивный клевер, содержание радионуклидов в молоке может значительно превысить установленные нормы.

Пути перемещения радионуклидов в окружающей среде





Иными словами, анализируя последствия выбросов радиоактивных веществ, мы заботимся не о рыбах и птицах, не о березовых рощах и безвинно загубленных бактериях. Мы заботимся в первую очередь о своей безопасности. Именно с этой точки зрения и следует оценивать влияние АЭС на природу.

ГАЗООБРАЗНЫЕ ВЫБРОСЫ

Помня, что все познается в сравнении, попробуем оценить экологическую опасность АЭС, сравнивая с другими типами электростанций.

Начнем с гидроэлектростанций.

Во-первых, всем известно, что запуск любой ГЭС неизбежно связан с затоплением территорий, а это означает по сути локальную экологическую катастрофу. В случае затопления больших площадей меняется даже климат местности.

Во-вторых, практически все полноводные реки (по крайней мере, в нашей стране) уже «запряжены» в электросеть и оставшиеся не смогут существенно увеличить долю водной электроэнергии. Поэтому гидроэлектростанции из рассмотрения можно убрать: не они будут определять лицо энергетики будущего.

Значит, остается всего два крупных игрока: атомная и тепловая энергетика соответственно. Ветряные и солнечные электростанции (которые вовсе не так дружелюбны с экологической точки зрения, как пытаются уверять «зеленые» активисты) мы обсудим позже ввиду их незначительного вклада.



Уголь, мазут, нефть и другие виды ископаемого топлива
содержат естественные радионуклиды

Самым неприятным аспектом эксплуатации АЭС считается радиационный фактор. По этому поводу можно сказать следующее:

*радиационное воздействие АЭС
на окружающую среду и население
гораздо меньше по сравнению с электро-
станциями на нефти, угле и мазуте.*

Этот факт может показаться невероятным, что, впрочем, не мешает ему оставаться фактом. Полезные ископаемые, в том числе нефть и уголь, содержат определенное количество природных радиоактивных изотопов.





При сжигании часть радионуклидов в буквальном смысле «вылетает в трубу» и с воздухом может попасть в организм человека — речь идет в первую очередь о жителях прилегающих населенных пунктов. Однако большая доля естественной радиоактивности остается в золе. Если, предположим, масса золы составляет 10 процентов от начальной массы угля, это означает, что содержание радионуклидов в золе увеличивается в 10 раз по отношению к углю — проще говоря, зола оказывается в 10 раз «радиоактивнее» исходного топлива; в ней содержатся изотопы калий-40, свинец-210, полоний-210, радий-226, торий-232 и другие¹.

**Вредные продукты сгорания
из труб тепловых станций
выбрасываются в атмосферу**

¹ Многие считают, что природные радиоактивные изотопы менее опасны в сравнении с техногенными по той лишь причине, что они естественные, «натуральные». Это мнение, хотя и кажется логичным, является в корне ошибочным. Вред, нанесенный организму человека, определяется не происхождением изотопа, а так называемой эффективной дозой. И поскольку эффективная доза от естественных изотопов, которую получает население вблизи угольных ТЭЦ, гораздо больше, чем эффективная доза от техногенных изотопов, которую получают люди, живущие в районе АЭС, то воздействие радиации у станций на угле будет выше.



А что же АЭС? Работа энергетического реактора основана на цепной реакции деления ядер урана. При этом образуются радиоактивные продукты деления. Если тепловыделяющие элементы² негерметичны, продукты деления могут выходить в воду, которая служит переносчиком тепла. Часть их (очень небольшая) попадает в пар. Пар затем конденсируется, превращается в воду, а некоторое количество радиоактивных продуктов деления остается в газовой фазе. Означает ли это, что они могут беспрепятственно улетучиться в атмосферу? Вовсе нет, поскольку на каждой АЭС есть то, что практически не встретишь на отечественных тепловых станциях — эффективная система газоочистки. На пути радионуклидов к биосфере установлены специальные резервуары — газгольдеры, в которых происходит выдержка газов. В процессе выдержки большинство радионуклидов распадается, превращаясь в нерадиоактивные изотопы. После этого воздух, содержащий радионуклиды, пропускают через систему газоочистки, где установлены специальные фильтры, настроенные на улавливание наиболее опасных газообразных продуктов деления. Наконец, в качестве дополнительной меры безопасности воздух выбрасывается через высокую трубу³. Поэтому дозы облучения населения, проживающего в районе АЭС, могут быть во много десятков (40–100) раз ниже, чем на угольной станции аналогичной мощности!

² Тепловыделяющий элемент – твэл – в отечественных реакторах представляет собой тонкостенную трубку, внутри которой находятся таблетки спеченного ядерного топлива (диоксида урана UO_2 , обогащенного по делящемуся изотопу). Каждая трубка твэла герметично запаена по концам, чтобы предотвратить выход радиоактивных продуктов деления.

³ Часто спрашивают: «А зачем на АЭС нужна высокая труба, если там ничего не сгорает?» Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним о важном свойстве радионуклидов — они распадаются с течением времени. Высота трубы рассчитывается таким образом, чтобы те немногочисленные радионуклиды, которые в нее попадают из системы газоочистки, превратились в стабильные изотопы до того, как достигнут приземного слоя воздуха. Также труба способствует рассеиванию в атмосфере газообразных радионуклидов, которые, благодаря этому, не воздействуют на население прилегающих территорий, а разносятся, многократно разбавляясь воздушными потоками, на большие расстояния, в результате чего их радиационная опасность сводится к нулю.



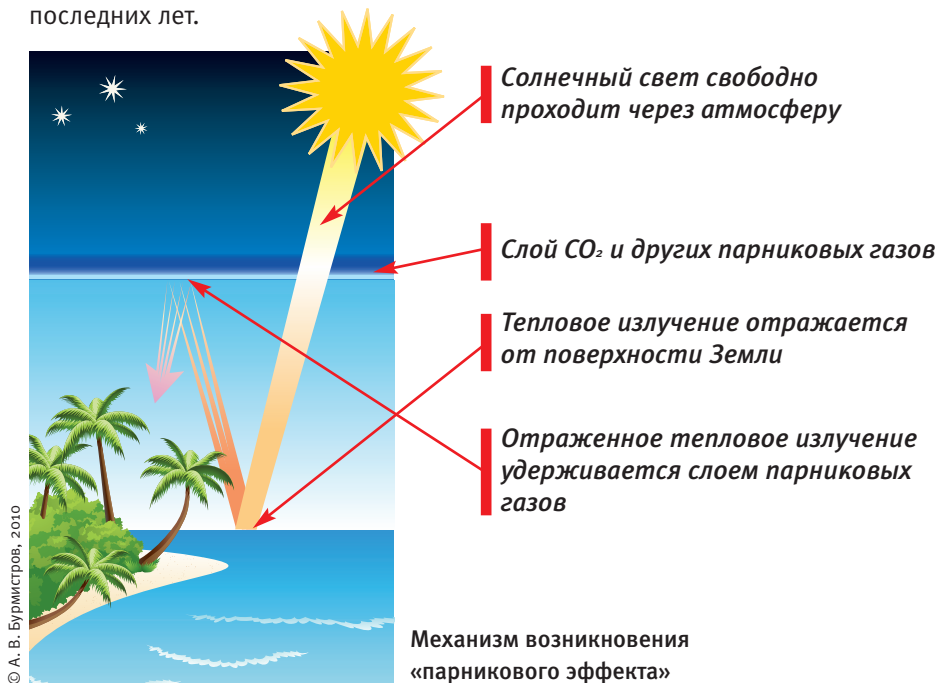
© Д. С. Литвинкин, 2010

Короткоживущие радиоактивные изотопы, выбрасываемые через трубу АЭС, успевают распасться до того, как достигнут приземного слоя воздуха

Впрочем, тем, кто живет в зоне действия угольной электростанции, нет надобности бежать в аптеку за радиопротекторами: дополнительные дозы, получаемые населением в районе ТЭЦ (хотя они и выше по сравнению с АЭС), составляют лишь несколько процентов от естественной (природной) дозы облучения. Основной вред, который наносят биосфере станции на угле, не имеет никакого отношения к радиации.

Вспомним, что на всех тепловых станциях при сгорании органического топлива образуется углекислый газ — CO_2 . По некоторым оценкам, в атмосфе-

ру выбрасывается более 20 млрд тонн CO_2 ежегодно. И если раньше о последствиях выбросов задумывалась лишь узкая группа специалистов, то сейчас даже дети знают о парниковом эффекте, возможно, приводящем к повышению температуры атмосферы Земли и Мирового Океана, таянию полярных льдов (которому сопутствует повышение уровня Мирового Океана), климатическому дисбалансу, следствием которого являются засухи, ураганы и наводнения, аномальная жара или, наоборот, необычно холодные зимы: жители России и Европы регулярно сталкиваются с этими проблемами на протяжении последних лет.



Другой показатель, по которому тепловые станции уверенно опережают АЭС (хотя это не то лидерство, которым можно гордиться), — выбросы токсичных соединений. Так, важнейшими показателями для угля является содержание серы и зольность (массовая доля несгорающих соединений, формирующих золу). Допустимыми для сжигания считают те угли, в которых содержание серы не превышает 0,5 процентов (5 кг на тонну). Однако в ряде случаев из соображений экономии в топку идут и низкосортные угли с содержанием серы свыше 10 кг на тонну. При этом получается, что станции «экономят» на здоровье жителей прилегающих регионов, поскольку при сгорании серы образуются летучие оксиды — SO_2 и SO_3 . Взаимодействуя с атмосферной влагой, они превращаются в сернистую (H_2SO_3) и серную (H_2SO_4) кислоты — вот откуда берутся кислотные дожди. ТЭЦ также выбрасывают различные оксиды азота (соединения N_xO_y), которые снижают прозрачность атмосферы, способствуют образованию смога. Наконец, оксиды азота также могут превращаться в кислоты. Губительное влияние выбросов на экосистемы (особенно на растения) — давно доказанный факт. По некоторым данным, от загрязнения атмосферы преждевременно умирает 3 млн человек в год — то есть мы имеем дело с тысячами ежегодных Чернобылей!

Другая группа вредных компонентов, сопутствующих органическому топливу, — тяжелые металлы (ТМ). Очень много было сказано и написано об онкологических заболеваниях, вызываемых радиацией, а вот про канцерогенную опасность мышьяка, хрома, никеля, ванадия и других тяжелых металлов (особенно при их хроническом воздействии), часто присутствующих в угле и мазуте в опасных концентрациях, как-то забывают. Хотя, правильнее сказать, мы просто смирились с канцерогенностью ТМ, как с давним и привычным злом.



Нововоронежская АЭС: из градирен идет не дым,
а всего лишь нерадиоактивный пар.

ТВЕРДЫЕ И ЖИДКИЕ ОТХОДЫ

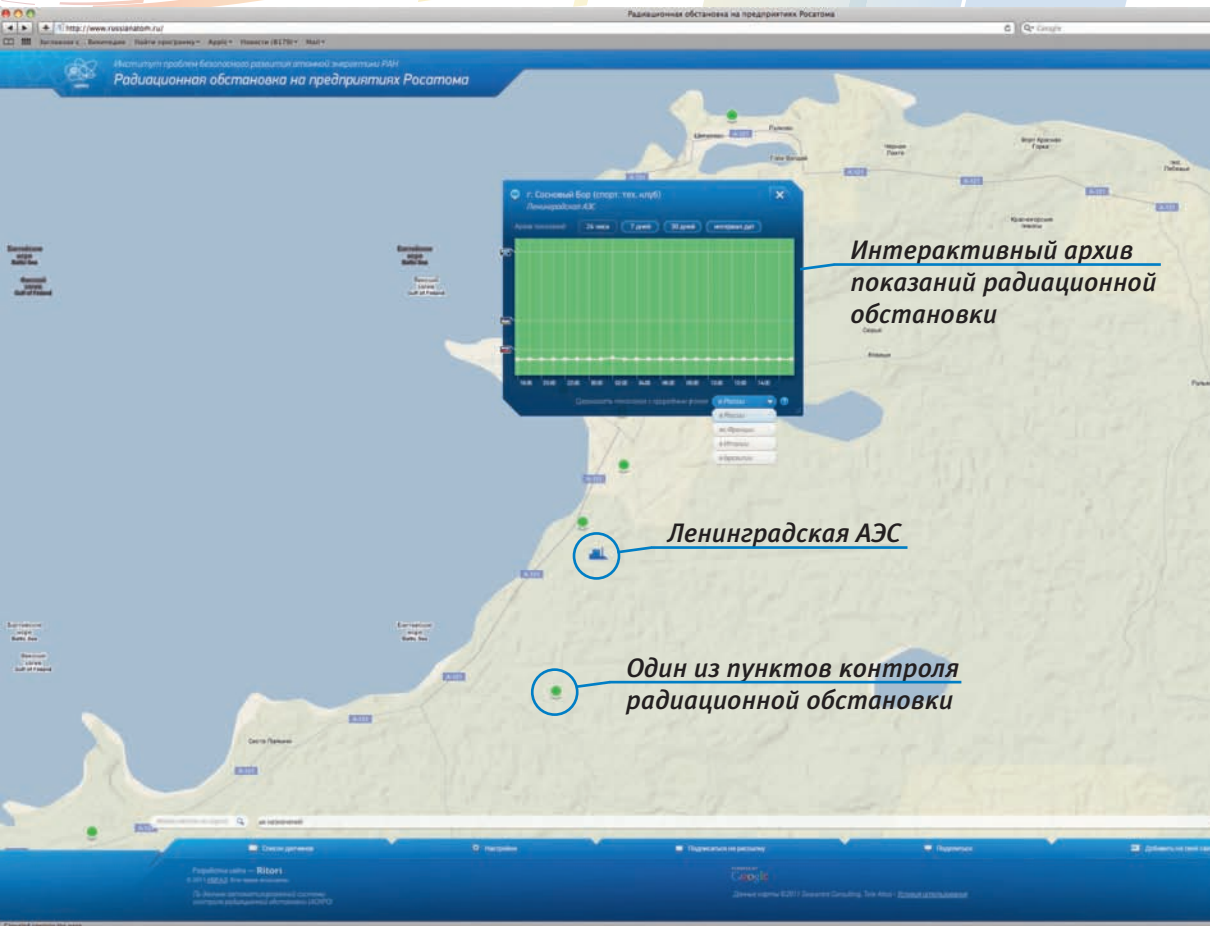
Итак, с газовыми выбросами все понятно: с одной стороны, имеем продуманную систему глубокой очистки газов на АЭС, а с другой, — целый букет токсичных соединений, выбрасываемых из труб тепловых станций. Сравним теперь другие типы отходов, образующихся в атомной и тепловой энергетике.

Всем известно, что при эксплуатации атомных электростанций образуются твердые и жидкие отходы. Очевидный минус отходов — их радиоактивность. Но есть и малоизвестный плюс: все радиоактивные отходы изолированы от окружающей среды и находятся на тщательно охраняемой территории АЭС.

Образование радиоактивных отходов (РАО) не подразумевает какой-либо критической ситуации — они появляются в процессе нормальной, безаварийной эксплуатации АЭС. Есть четкое осознание того, что радиоактивные отходы являются потенциальным источником радиационной опасности для человека и окружающей среды, поэтому на каждой АЭС существует система сбора, переработки и надежного хранения РАО.

К РАО относятся изделия, материалы и вещества, которые содержат радионуклиды в количествах, превышающих предельные значения (указанные в нормативных документах) — и не подлежат дальнейшему использованию.

Основной принцип обращения с РАО — концентрирование и изоляция. То есть, цель переработки РАО — собрать их в минимальном объеме, удобном для длительного и безопасного хранения в специальных сооружениях. Однако РАО недостаточно просто сконцентрировать: их необходимо кондиционировать — перевести в химически стойкое, экологически безопасное состояние. Поэтому все жидкие отходы переводят в твердую форму (например, в цементные блоки). Твердые РАО, обладающие достаточной химической стойкостью и механической прочностью, загружают в специальные защитные контейнеры, а контейнеры отправляют в особые хранилища.



Интерактивный архив показаний радиационной обстановки

Ленинградская АЭС

Один из пунктов контроля радиационной обстановки

Сегодня каждый человек, посетивший сайт www.russianatom.ru, может выяснить радиационную обстановку в регионах, где расположены АЭС. Зелеными кружками показаны пункты контроля, которые входят в единую автоматизированную систему контроля радиационной обстановки (АСКРО). Данные передаются в режиме реального времени.



**Установка для цементирования
жидких радиоактивных отходов**

Вообще, атомная энергетика — это единственный сектор отечественной энергетики, который принимает полную ответственность за свои отходы и оплачивает все расходы по их сбору, переработке и хранению. И вновь подчеркнем, достоинство радиоактивных отходов состоит в том, что они распадаются, то есть исходящая от них опасность снижается с течением времени. За несколько сотен лет большинство изотопов распадется до неопасных концентраций (доля долгоживущих изотопов в отходах сравнительно мала). А если учесть, что радиоактивные изотопы, находясь в химически связанном состоянии, помещаются в специальные хранилища (а в будущем — и под землю), то получается, что они практически не имеют возможности попасть в окружающую

среду в опасных концентрациях — даже природная урановая руда обладает с этой точки зрения большими «шансами».



НЗК — контейнер, специально разработанный для хранения РАО

РАО, отвержденные в форме бетонного блока



Наиболее опасные радиоактивные отходы (так называемые высокоактивные отходы) образуются в сравнительно малом количестве. Они включают в себя 90 процентов всей радиоактивности, содержащейся в РАО, но по массе составляют всего лишь 3 процента от их общего количества. Естественно, высокоактивные отходы контролируются особенно тщательно.

В противоположность радиоактивным отходам АЭС отходы угольных станций (то есть зола) сбрасываются на площадку под открытым небом (иначе и невозможно — зола образуется слишком много). Золоотвалы — неперенные спутники угольных ТЭЦ — не совсем безобидны с экологической точки зрения. Вред золы заключается вовсе не в повышенном радиационном фоне (хотя, напомним, зола в несколько раз радиоактивнее исходного угля). Атмосферная вода, проникая в золу, способна вымывать соединения тяжелых металлов, которые попадают в почву и грунтовые воды. С другой стороны, зола — источник пыли, которая может разноситься ветром на большие расстояния. Содержащиеся в пыли глинозем (Al_2O_3) и кремнезем (SiO_2) в форме мельчай-

ших пылевидных частиц негативно воздействуют на легочную ткань, и при определенных концентрациях эти соединения могут вызывать профессиональное заболевание шахтеров — силикоз.

ОТРАБОТАВШЕЕ ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Предметом особого внимания в атомной энергетике является отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). ОЯТ можно назвать ядерной золой, поскольку, аналогично угольной золе, ОЯТ представляет собой неиспользованный остаток горючего, в этом случае — ядерного. Правда, в отличие от нее, отработавшее ядерное топливо представляет собой серьезную радиационную опасность из-за многочисленных радиоактивных изотопов, образующихся при делении ядер урана.

Традиционная ошибка состоит в том, что отработавшее топливо называют радиоактивными отходами. Но посмотрим на приведенное выше определение: РАО — это материалы, не подлежащие дальнейшему использованию! Относится ли это к отработавшему ядерному топливу? Только частично. Если степень обогащения урана по делящемуся изотопу (урану-235) в «свежем» топливе оказывается достаточно низкой (2–2,5 процента), то перерабатывать ОЯТ экономически невыгодно, и тогда оно, действительно, переводится в категорию отходов. Однако! Топливо современных реакторов имеет более высокую степень обогащения, поэтому, даже отслужив в реакторе полный срок, оно остается ценным продуктом:

- во-первых, в таком ОЯТ остается достаточное количество делящегося материала — урана-235;



Транспортер для перевозки отработавшего ядерного топлива

- во-вторых, во время облучения в реакторе в топливе образуется другой ценный материал — делящийся изотоп плутония — плутоний-239;
- в-третьих, в массе топлива накапливается значительное количество радионуклидов — продуктов деления: многие из них после выделения из ОЯТ и очистки могут с успехом использоваться в космической и горнодобывающей промышленности, сельском хозяйстве, медицине и других сферах.

И поэтому

ОЯТ ≠ РАО!

К тому же для транспортировки ОЯТ используются специальные особо прочные контейнеры, которые способны выдержать пожар, падение с высоты и даже взрыв самодельного взрывного устройства (вдобавок, подобные перевозки всегда обеспечиваются вооруженной охраной). А еще опасность ОЯТ значительно снижается с течением времени — спустя 40 лет после выгрузки из реактора в отработавшем топливе остается менее одной тысячной начальной активности.

В заключение разговора об отходах признаем: радиоактивные отходы, действительно, опаснее по сравнению с угольной золой. Но они помещены в специальные емкости и находятся на тщательно охраняемых и контролируемых площадках. А не слишком вредные отходы тепловой энергетики лежат на земле под открытым небом и свободно могут поступать в окружающую среду.

С негативным экологическим воздействием ТЭЦ можно (и нужно!) бороться. Например, существуют технологии связывания в нелетучие соединения оксидов серы, образующихся при сжигании топлива, есть методы очистки дымовых газов химическим путем, способы сбора серной кислоты и пр. Для золоотвалов разработаны методы пылеподавления. Вопрос в том, что все эти варианты требуют немалых капитальных вложений, которых нет и не предвидится. А если найдутся деньги, то, может, разумнее их вложить в повышение безопасности АЭС или в совершенствование технологий переработки радиоактивных отходов?

Справедливости ради следует сказать, что не все типы тепловых электростанций одинаково вредны для окружающей среды. Нефтяные электростанции наносят меньший ущерб биосфере, чем угольные, а самыми благоприятными с этой точки зрения являются энергоблоки, работающие на природном газе — метане. Но если темпы роста потребления нефти и газа сохранятся на прежнем уровне, то на наш век их еще хватит, а вот на следующий...

К тому же напомним: природный газ — это сырье для получения ацетилена, этилена, водорода, пластмасс, уксусной кислоты, красителей, медикамен-



Курская АЭС

тов. А нефть — сырье для синтетических каучуков и тканей, спиртов, широкого спектра пластмасс, строительных материалов (битума и гудрона), масел и смазок, а также основа для получения белковых препаратов. Это слишком большое богатство, чтобы выбрасывать его в трубу в виде CO_2 .

ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Но вернемся к обсуждению экологической безопасности АЭС. С точки зрения радиации, атомные станции, как выяснилось, не оказывают на биосферу отрицательного воздействия. Но кроме радиации имеется ли еще какое-либо негативное влияние АЭС на окружающую среду? К сожалению, имеется — это так называемое тепловое воздействие. Все работающие ядерные энергобло-

ки представляют собой установки конденсационного типа. Расшифровать это можно, примерно, следующим образом.

Суть работы любой АЭС сводится к получению пара из воды (источником нагрева воды является цепная реакция деления ядер урана). Пар поступает на паровую турбину и вращает ее вал. Турбина соединена с электрогенератором, который вырабатывает электрический ток. Проблема в том, что пар, отходящий из турбины, необходимо сконденсировать, то есть превратить обратно в воду. Для этого его надо охладить. Для охлаждения пара используется вода из близлежащего водоема (на конденсацию 1 кг пара требуется 50–60 кг воды). А если пар охлаждается, значит, вода из водоема нагревается. Из конденсатора такая вода выпускается обратно в водоем.

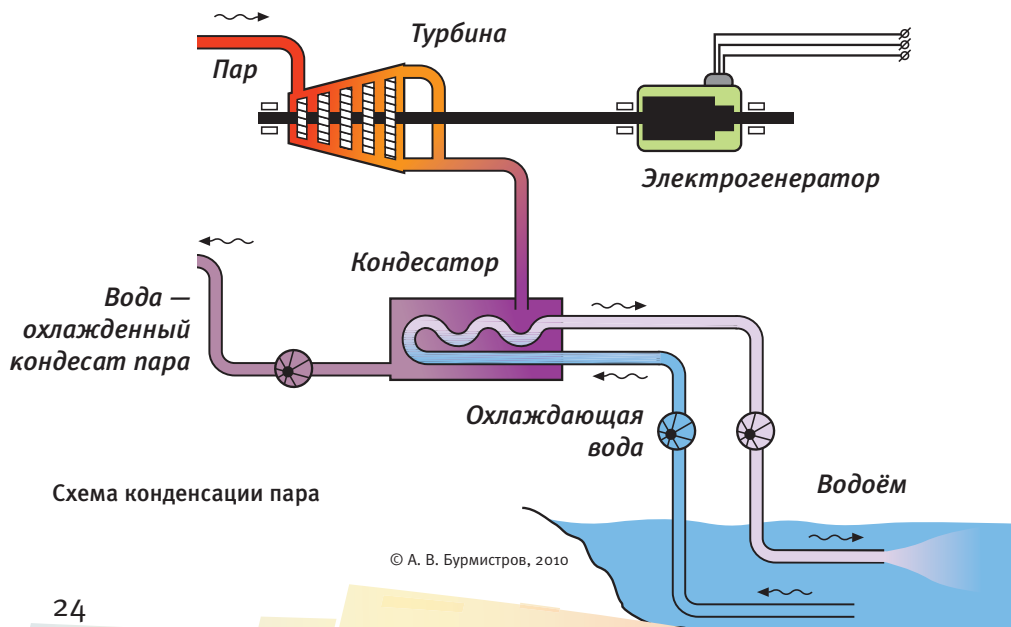
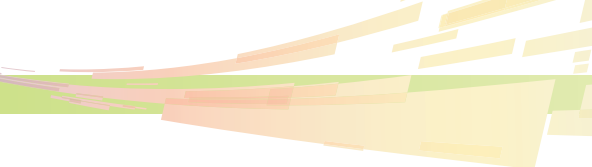


Схема конденсации пара

© А. В. Бурмистров, 2010



Важно подчеркнуть, что сбрасываемая вода не радиоактивна. Но она незначительно повышает температуру воды в прилегающем водоеме. Последствия — цветение воды, снижение растворимости газов, размножение нежелательной микрофлоры: это оказывает негативное влияние на водные растения и некоторые виды рыб.

Однако тепловое воздействие АЭС можно уменьшить: для снижения влияния атомных станций на природные водоемы на АЭС устанавливаются градирни. В градирне поток охлаждающей воды стекает вниз в виде струек, а навстречу ему, вверх, движется поток пара. Встречаясь с холодной водой, пар конденсируется. При таком подходе значительная доля тепла уносится в атмосферу, а значит тепловая нагрузка на водоем снижается.

Градирня — устройство для конденсации пара, позволяющее значительно уменьшить тепловое загрязнение природных водоемов



Вдобавок, в новых АЭС водозабор планируется осуществлять не из природных источников, а из специальных прудов охлаждения, расположенных на территории АЭС.

Наконец, отметим, что любая станция конденсационного типа сбрасывает тепло в окружающую среду — и нефтяная, и угольная, и мазутная. То есть тепловое загрязнение не является исключительным недостатком АЭС, а характерно для всех энергоблоков с паровой турбиной.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА?

А теперь настал момент для обещанного обсуждения ветряной и солнечной энергии. В некоторых кругах эти виды считают «экологически чистыми» альтернативами и атомным, и тепловым электростанциям.

Начнем с солнечной энергетики. С одной стороны, вырисовывается очень радужная картина: на земную поверхность падает огромное количество энергии в виде солнечного излучения. Но эта энергия, к сожалению, слишком рассеяна по земной поверхности. На 1 квадратный метр на широте 40° приходится, в среднем, 0,3 кВт. Большая часть территории нашей страны лежит севернее, а значит, солнечной энергии к нам приходит еще меньше. Для преобразования солнечной энергии в электрическую используют зеркала или фотопреобразователи, но коэффициент полезного действия этих устройств составляет лишь 15–20 процентов. Вдобавок, в пасмурную погоду и ночью поток энергии прекращается. Соответственно, возникает потребность в емких аккумуляторных батареях.

С ветряной энергией ситуация аналогичная — хотя ветер обладает значительной мощностью, собрать ее довольно сложно. Слабым ветерком лопасти ветряного генератора не разгонишь: чтобы заставить их вращаться, требуется ветер, постоянно дующий со скоростью не менее 5 м/с (18 км/ч). Территорий с таким ветром в России немного — не более 10 процентов площади страны, и не все они легкодоступны. Причем, даже в этих регионах далеко не везде можно поставить мощные установки, для которых нужен сильный устойчивый воздушный поток. А чем меньше мощность ветряков, тем больше их требуется для выработки заданного количества электроэнергии.



Сейчас этот регион получает электроэнергию от АЭС



Так будет, если вместо АЭС поставить ветрогенераторы

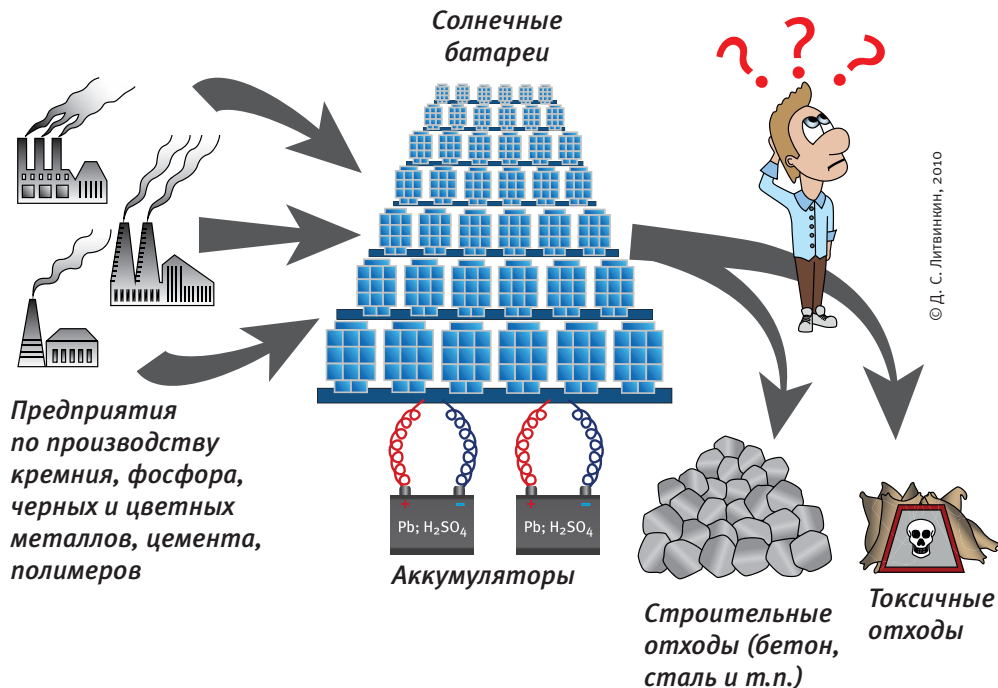
Итак, складывается следующая картина:

- Во-первых, чтобы заменить АЭС и ТЭЦ, пришлось бы выделить значительные (в 30–60 раз бóльшие) площади под ветряные и солнечные электростанции.
- Во-вторых, для установки ветрогенераторов и солнечных батарей потребуется значительное количество конструкционных материалов —

бетона, стали, цветных металлов и пр. К примеру, крупный ветряк представляет собой башню высотой до 100 м (производя при этом в 3 000 раз меньше электричества, чем один реактор АЭС). А это значит, потребуются мощные заводы для производства нужных материалов.

- В-третьих, для бесперебойного энергоснабжения потребуется большое количество аккумуляторов. А что, к примеру, содержится в знакомых нам автомобильных аккумуляторах? Правильно, весьма токсичные для человека и опасные для окружающей среды материалы — свинец и 30-процентная серная кислота.
- В-четвертых, технологии производства материалов, используемых, к примеру, на солнечных электростанциях, никак нельзя назвать экологически чистыми. Для фотоэлектрических преобразователей требуется кремний (производство которого связано с использованием хлора, свинца и других тяжелых металлов) и фосфор. Раздается множество протестов против строительства новых АЭС, но и против появления кремниевых производств в родном регионе общественность выступает не менее ожесточенно.

Было бы неправильно утверждать, что ветряная, солнечная (а также геотермальная, приливно-отливная) энергетика — «тупиковые ветви эволюции». В отдельных случаях в некоторых регионах ветряные и солнечные станции могут стать очень хорошим подспорьем. Но если внедрять их в глобальном масштабе взамен атомных и тепловых электростанций, то мы получим огромные территории, превращенные в забетонированные площадки, многочисленные дымящие заводы для производства конструкционных материалов и головную боль по поводу того, куда девать очень большое количество отходов, в число которых войдут опасные химические вещества, по окончании срока службы установок. Если все это взвесить, возобновляемые источники энергии резко потеряют привлекательный «зеленый цвет»...



Что же получается? Гидроэлектростанции, солнечные и ветряные установки не смогут покрыть растущую потребность в электроэнергии. Угля хватит на несколько сотен лет, но уголь — самое грязное топливо в тепловой энергетике. Про нефть еще Д.И. Менделеев, автор «Периодической системы элементов», говорил, что сжигать ее — все равно что топить печь ассигнациями. То же самое, к слову, можно сказать и про природный газ. Так же писал и известный советский ученый П.Л. Капица в 1945 году: «О сжигании угля, торфа и пр. в топках будут говорить, как о варварстве, и это будет запрещено...». И вот уже



более полувека прошло, и об этом, действительно, говорят, как о варварстве, и... благополучно продолжают жечь. А ведь на сегодняшний день замены невозобновляемым ресурсам (углю, нефти, газу) к моменту, когда произойдет их полное исчерпание, просто нет, если, конечно, исключить из рассмотрения атомную энергетику. Так что, давайте не будем спешить с выводами и посмотрим на атомные станции под другим углом — как на единственную реальную возможность обеспечить растущие энергетические потребности человека при условии сохранения биоразнообразия и необходимого качества окружающей среды.



Щит управления энергоблоком Ленинградской АЭС

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

Сайт Государственной корпорации по атомной энергии «РОСАТОМ»
www.rosatom.ru

Сайт Общественного совета Госкорпорации «РОСАТОМ»
www.osatom.ru

Российские АЭС
www.rosenergoatom.ru

Образовательный сайт по атомной энергетике
education.rosenergoatom.ru

Музей атомной энергетики
museum.rosenergoatom.ru

Информационные центры по атомной энергии
www.myatom.ru

Атомный мифокол
mifokol.ru



**Библиотечка
Общественного совета
Госкорпорации «Росатом»**

Публикации, выходящие в серии
«Библиотечка Общественного совета Росатома»,
призваны расширить знания читателей о радиации
и радиационной безопасности,
безопасном использовании атомной энергии
и перспективах развития атомной энергетики
в России и в мире

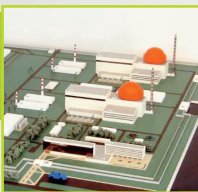
Руководитель издательского проекта Конышев И. В.

Акатов А. А., Коряковский Ю. С.
Атомные электростанции и биосфера

Редактор А. Н. Борисов
Дизайнер А. В. Бурмистров

Формат 160x170
Тираж 10 000 экз.

Москва
Центр содействия социально–экологическим инициативам атомной отрасли
2010



Акатов А. А.,
Коряковский Ю. С.

Атомные ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И БИОСФЕРА



Библиотечка
Общественного совета
Госкорпорации «Росатом»

Авторы работают в сфере радиохимической технологии, радиоэкологии и обеспечения радиационной безопасности и в то же время являются преподавателями одного из старейших технических вузов страны — Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета), часто встречаются со школьниками и их педагогами. Они умеют разъяснять достаточно сложные явления простыми словами.

Созданные ими буклеты выпущены в «Библиотечке Общественного совета Росатома» и пользуются успехом у педагогов и старшеклассников, у всех, кто интересуется наукой об атоме и ядерными технологиями.

ISBN 978-5-91706-028-6



9 785917 060286

