

Как и было обещано в статье «Цветок несчастья мы взрастили...» («Трудовая вахта» № 34 за 5 июля с. г.), мы продолжаем обзор основных положений радиационной безопасности в 30-километровой зоне. Сразу оговоримся, что по некоторым вопросам автор, кандидат физико-математических наук, ведущий инженер УДК Андрей Сухоручкин, высказывает свое личное мнение, в чем-то не совпадающее с общепринятой точкой зрения.

РАЗБЕРЕМСЯ В ТЕРМИНОЛОГИИ

В прошлый раз мы познакомились с двумя важными величинами — активностью и дозой — и подошли к понятию допустимого уровня. Напомним, что активность — это количество радионуклида, которое измеряется специальными единицами — кюри (Ки), а доза (точнее, эквивалентная доза) характеризует воздействие излучения на организм и измеряется в бэрах. В публикациях, посвященных аварии на ЧАЭС,

ность такой ситуации. В частности, в случае комплексного облучения, что обычно и случается при радиоактивном загрязнении природной среды, НРБ предлагает устанавливать контрольные уровни (КУ). В отличие от ДУ, которые определены Минздравом СССР, КУ разрабатываются местными службами радиационной безопасности, которые знают (должны знать) все особенности конкретной радиационной обстановки.

Контрольные уровни ус-

более-менее понятно. Сложнее обстоит дело со стронцием-90 и плутонием — источниками внутреннего облучения организма. При загрязнении почвы радионуклидами ее поверхность становится источником поступления нуклидов в воздух. Если учесть величину коэффициента дефляции («сдувания») нуклидов для свежих радиоактивных выпадений, то получим, что при загрязнении почвы стронцием-90 до уровня 3 Ки/км² следует ожидать, что концентрация этого нук-

менять основной дозовый предел (0,5 бэр в год), а следовало просто признать, с соответствующими разъяснениями, возможность его превышения в определенное количество раз? То есть поступить по аналогии с профессионалами, но на более низком уровне, учитывая, что прямое разрешение устанавливать в случае аварии временные основные дозовые пределы для населения появилось только в 1988 году в новой редакции НРБ-76/87. Вообще, если следовать этому документу, то увидим, что в случае аварии население находится в менее выгодном положении, чем персонал станции. Так, для отдельных категорий персонала не разрешается и при аварии планировать дозу более чем 5 бэр в год, а для основного контингента

СТЕПЕНЬ

О ЗАЩИТЕ ЛЮДЕЙ ОТ РАДИАЦИОННОЙ

часто встречается слово «допустимая» в сочетании с какой-либо характеристикой. Например, допустимая мощность дозы. При этом случается, что разные авторы вкладывают в такое понятие не одинаковый смысл: иногда не делается различия между допустимым уровнем (ДУ) и временным допустимым уровнем (ВДУ). Если учесть еще обилие различных ДУ и ВДУ, то понятно раздражение читателей, которым кажется, что им морочат голову.

Так вот, допустимый уровень какой-либо величины определяется таким образом, чтобы не был превышен основной дозовый предел. Например, для лиц категории «Б» (население районов вблизи АЭС) основной дозовый предел равен 0,5 бэр в год. Разделив эту величину на количество часов в году, получим 0,06 мбэр/ч — допустимую мощность дозы (ДМД). По этому же принципу устанавливается допустимая концентрация (ДК) для каждого радионуклида в отдельности, содержащегося в воде или в воздухе. Следует иметь в виду, что допустимый уровень является действительно допустимым (в обычном понимании этого слова), если действует только один-единственный фактор облучения. ДК цезия-137, скажем, в воде составляет $1,5 \times 10^{-8}$ Ки/л. Если в течение всего года пить такую воду, то мы получим за счет этой дозы 0,5 бэр в год. Но ведь в воде могут находиться и другие нуклиды. Они могут находиться также в воздухе и продуктах питания. А загрязнение территории может обусловить еще и внешнее облучение. Поэтому, когда действует сразу несколько факторов облучения, то допустимый уровень становится недопустимым, поскольку суммарная доза при этом превышает 0,5 бэр.

КАК УСТАНАВЛИВАЮТСЯ НОРМЫ?

«Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87» (НРБ) — основной юридический документ области радиационной защиты — требует учитывать возмож-

танавливаются, во-первых, с учетом всех путей и источников облучения, во-вторых, с необходимым запасом на неизбежную погрешность измерений, вызванную, прежде всего, неравномерностью облучения различных групп населения и, в-третьих, на максимально возможный низкий уровень. При соблюдении КУ существует полная гарантия непревышения основного дозового предела. Например, для района г. Славутича управлением дозиметрического контроля предложена контрольная концентрация смеси радионуклидов в воздухе в 30 раз ниже, чем ДК, а контрольное содержание радиоцезия в продуктах питания в несколько раз ниже (для хлеба в 25 раз), чем установленные Минздравом ВДУ-88. Следует подчеркнуть, что кратковременное превышение КУ (также, впрочем, как и ДУ) опасности не представляет — ведь он определяется из предположения, что данный фактор действует постоянно в течение всего года. НРБ предусматривают, что в случае радиационной аварии Минздрав СССР может устанавливать ВДУ различных параметров и временные основные дозовые пределы. Такая возможность и была использована после аварии на ЧАЭС. Как правило, численное значение ВДУ больше, чем ДУ, хотя бывают и исключения. В отличие от ДУ, между ВДУ и дозовым пределом не всегда существует явная зависимость. Для примера рассмотрим ВДУ на загрязнение территории: 15 Ки/км² по цезию-137; 3 Ки/км² по стронцию-90; 0,1 Ки/км² по плутонию-239.

Указания на то, какие именно критерии использованы при определении этих численных значений, не были опубликованы. Однако нетрудно рассчитать, что при загрязнении равной площади цезием-137 до уровня 15 Ки/км² мощность дозы над этой площадью будет равна 0,06 мбэр/ч, т. е. как раз равна ДМД. И хотя на реальной местности мощность дозы может несколько отличаться от этой величины, происхождение ВДУ для цезия-137

клина в воздухе составит величину $4,5 \times 10^{-14}$ Ки/л, т. е. очень близкую к уровню ДК. И хотя стронций-90 более опасен при поступлении в организм с продуктами питания, чем с воздухом, такое происхождение числа 3 Ки/км² вполне вероятно. Что касается ВДУ плутония, то не исключено, что это просто разумное волевое решение, обоснованное тем, что загрязненная плутонием территория находится преимущественно внутри отселенной 30-километровой зоны.

Кроме рассмотренных, были установлены ВДУ на содержание радиоцезия в продуктах питания, питьевой воде (в воде ниже ДК), мощности дозы на местности, загрязнения поверхностей автотранспорта и т. п.

Конечно, ВДУ устанавливаются не от хорошей жизни, а являются последствиями крупнейшей радиационной аварии. Без них были бы сильно затруднены контроль и принятие мер по радиационной защите населения. В дальнейшем ВДУ будут пересматриваться в сторону их уменьшения. Это позволит ограничить ожидаемую дозу облучения (т. е. дозу, накопленную за всю жизнь) величиной 35 бэр за 70 лет.

КОРНИ РАДИОФОБИИ

Известно также, что Минздрав СССР увеличил основной дозовый предел до величины 10 бэр за первый год после аварии, до 3 бэр за второй год и до 2,5 бэр за третий и четвертый годы. Все эти дозовые уровни, несмотря на многочисленные разъяснения представителей Минздрава, вызывают раздражение и протесты части населения, хотя решать вопрос о том, опасны или нет такие уровни — это дело и компетенция медиков. По-видимому, дополнительный риск для каждого отдельного человека, как мы увидим в дальнейшем, действительно невелик.

Чем же тогда недовольны люди? Вероятно, тем, что явно ненормальная (я не говорю, что опасная, но ненормальная) радиационная ситуация названа допустимой, хотя бы и временно. Может быть, не стоило

— более чем 25 бэр в год. В то же время планируемые дозы аварийного облучения населения ничем не ограничены и находятся целиком в компетенции Минздрава. В свое время это было сделано из лучших побуждений для того, чтобы не разрешать заражение слишком большие дозы. Авария на ЧАЭС изменила такое представление. Теперь получилось, что профессионалы имеют преимущество как в части нормативов, так и на практике в части контроля за облучением. Такое преимущество, когда речь идет о малых дозах, ставит профессионалов в ложное положение. По-видимому, в борьбе с радиофобией этот аспект нельзя оставить без внимания.

Недостаточно определенное отношение к аварийным дозовым нагрузкам на население — это один из источников, питающих движение противников атомной энергетики. Любое же ужесточение нормативов и контроля имеет значительные экономические последствия. Однако, под влиянием движения «зеленых» закрыто или приостановлено строительство старых АЭС, что экономический ущерб от этого, вероятно, во много раз больше, чем возможные затраты на совершенствование системы радиационного контроля и мер защиты.

Обращаясь к проблемам ПО «Комбинат», можно сказать, что своевременное строительство, оснащение и полноценное функционирование лаборатории внешней дозиметрии в г. Славутиче обошлось бы ЧАЭС дешевле, чем разрешение социальных проблем на почве радиофобии. Люди боятся того, чего не знают!

РИСК — ВСЮ ЖИЗНЬ

Мы неоднократно использовали понятие основного дозового предела, как уровня безопасного облучения человека. С другой стороны, говорили, что и при некотором его превышении опасности не существует. Где же грань между опасным и безопасным уровнем облучения и существует ли эта грань?

После аварии на ЧАЭС, когда оказались повышенными многие нормативы, означавшие ранее как бы порог между вредным и

безвредным действием радиации, широко распространены различные суждения, основанные на оценке степени риска. Происхождение этих оценок мы сейчас и рассмотрим.

Можно напомнить, что опасности, вызываемые облучением, делят на два основных вида. Первый: острые лучевые поражения различной тяжести проявляются только при облучении в больших дозах. Здесь имеется явно выраженный порог опасности — 100 бэр. Излишне говорить, что в настоящее время в зоне ЧАЭС не существует объективных условий для облучения в дозах, способных вызвать лучевую болезнь хотя бы в легкой форме. Второй вид опасности связан, в основном, с вероятным увеличением частоты онкологичес-

кого риска на производстве, которое никаких прямых выгод от облучения не имеет, такой риск был слишком велик. Поэтому для населения, проживающего вблизи АЭС, предел дозы устанавливается в десять раз меньший — 0,5 бэр в год. Следует сказать, что если облучается большая группа лиц, то вследствие различий в условиях труда или быта облучение внутри этой группы весьма неравномерно. Анализ многолетних данных показывает, что обычно соотношение между средней дозой и максимальной 1 : 10. Это означает, что при пределе дозы 0,5 бэр в год средняя доза для большинства лиц этой группы составит 0,05 бэр в год. Поскольку вся концепция риска основывается именно на средних величинах, то при оценке риска для на-

селения, которое никаких прямых выгод от облучения не имеет, такой риск был слишком велик. Поэтому для населения, проживающего вблизи АЭС, предел дозы устанавливается в десять раз меньший — 0,5 бэр в год. Следует сказать, что если облучается большая группа лиц, то вследствие различий в условиях труда или быта облучение внутри этой группы весьма неравномерно. Анализ многолетних данных показывает, что обычно соотношение между средней дозой и максимальной 1 : 10. Это означает, что при пределе дозы 0,5 бэр в год средняя доза для большинства лиц этой группы составит 0,05 бэр в год. Поскольку вся концепция риска основывается именно на средних величинах, то при оценке риска для на-

селения, которое никаких прямых выгод от облучения не имеет, такой риск был слишком велик. Поэтому для населения, проживающего вблизи АЭС, предел дозы устанавливается в десять раз меньший — 0,5 бэр в год. Следует сказать, что если облучается большая группа лиц, то вследствие различий в условиях труда или быта облучение внутри этой группы весьма неравномерно. Анализ многолетних данных показывает, что обычно соотношение между средней дозой и максимальной 1 : 10. Это означает, что при пределе дозы 0,5 бэр в год средняя доза для большинства лиц этой группы составит 0,05 бэр в год. Поскольку вся концепция риска основывается именно на средних величинах, то при оценке риска для на-

селения, которое никаких прямых выгод от облучения не имеет, такой риск был слишком велик. Поэтому для населения, проживающего вблизи АЭС, предел дозы устанавливается в десять раз меньший — 0,5 бэр в год. Следует сказать, что если облучается большая группа лиц, то вследствие различий в условиях труда или быта облучение внутри этой группы весьма неравномерно. Анализ многолетних данных показывает, что обычно соотношение между средней дозой и максимальной 1 : 10. Это означает, что при пределе дозы 0,5 бэр в год средняя доза для большинства лиц этой группы составит 0,05 бэр в год. Поскольку вся концепция риска основывается именно на средних величинах, то при оценке риска для на-

селения, которое никаких прямых выгод от облучения не имеет, такой риск был слишком велик. Поэтому для населения, проживающего вблизи АЭС, предел дозы устанавливается в десять раз меньший — 0,5 бэр в год. Следует сказать, что если облучается большая группа лиц, то вследствие различий в условиях труда или быта облучение внутри этой группы весьма неравномерно. Анализ многолетних данных показывает, что обычно соотношение между средней дозой и максимальной 1 : 10. Это означает, что при пределе дозы 0,5 бэр в год средняя доза для большинства лиц этой группы составит 0,05 бэр в год. Поскольку вся концепция риска основывается именно на средних величинах, то при оценке риска для на-

РИСК

ОПАСНОСТИ В ЗОНЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ



ких заболеваний. Поскольку такие явления могут возникнуть лишь через длительный промежуток времени, их называют отдаленными последствиями. А поскольку их нельзя связать ни с каким конкретным лицом, подвергнутым облучению, то их называют также стохастическими (случайными) последствиями. Вероятность появления стохастических эффектов пропорциональна дозе.

По современным представлениям любое дополнительное облучение нельзя считать безопасным. Речь может идти лишь о приемлемом или не приемлемом уровне риска. Идеи о благотворном влиянии малых доз радиации на живые организмы мы здесь рассматривать не будем. По-видимому, их популяризация в последнее время не связана с успехами радиобиологии. Однако фактом является то, что радиация сопровождает жизнь с момента ее возникновения на Земле).

Человек рискует всю жизнь. Различные аварии, стихийные бедствия, несчастные случаи на производстве и в быту, наконец, заболевания по естественным причинам приводят к тому, что люди, как это ни печально, умирают. Так, из каждого миллиона жителей США ежегодно погибает в автомобильных катастрофах 300 человек, от удара молнии — пять человек, тонет — 30 человек, умирает от рака около 2000 человек. Если поделить количество смертей на число жителей (в данном случае на миллион), то получим уровень риска на человека в год. Отсюда понятно, что люди почти не обращают внимания на риск с уровнем 5×10^{-6} (удар молнии), не отказывают себе в удовольствии искупаться при риске утонуть 3×10^{-5} , мирятся с риском погибнуть в автомобильной катастрофе — 3×10^{-4} , если взамен получают ощутимую пользу, и обычно не принимают в быту риск на уровне 10^{-3} . Заметим, что риск от курения составляет от 5×10^{-4} до 10^{-3} . Полный суммарный риск от всех причин составляет приблизительно 10^{-2} . Умножив последнюю величину на 100 получим единицу, т. е. через 100 лет человек от чего-нибудь да умрет.



Зона отселения: что в сей водиче!..

Фото Валерия ЛАВРЕНТЬЕВА.

лько увеличился). Это означает, что при хроническом облучении на уровне 1 бэр в год риск на человека в год составит 10^{-4} , т. е. будет находиться на уровне относительно безопасного производства. Заметим, что средняя годовая доза работников АЭС (без учета аварии на ЧАЭС) как раз составляет 1 бэр в год. Между тем предельно допустимая доза для профессионалов составляет 5 бэр в год. Если все работники АЭС будут получать такую дозу, риск составит уже 5×10^{-4} . Если же вспомнить, что радиационный риск — это добавочный риск, кроме него АЭС присущ риск обычного производства, то суммарный риск может превысить величину 10^{-3} и тогда АЭС придется причислить к ряду опасных (для персонала) производств. Поэтому, в частности, облучение работников АЭС планируется на более низком уровне, чем 5 бэр в год.

Если для профессионалов риск на уровне 10^{-4} приемлем, то для населе-

нения следует использовать это последнее значение. Риск в этом случае составит 5×10^{-5} . Такой риск погибнуть от удара молнии, по-видимому, приемлем как для каждого отдельного человека так и для популяции в целом, особенно если учесть выгоды, даваемые атомной энергетикой (тепло, свет, пресная вода в пустыне и т. д.).

Зная параметр риска (10^{-4} бэр $^{-1}$) и прогноз дозовых нагрузок на население, можно оценить дополнительный риск, возникший в результате аварии на ЧАЭС. Например, если ожидаемая доза в 35 бэр за 70 лет будет действительно реализована для значительной группы лиц, то средняя годовая доза составит для этой группы 0,5 бэр. Умножив последнюю величину на 10^{-4} бэр $^{-1}$, получим 5×10^{-5} . С чем сравним этот риск? Любое сравнение будет приблизительным. Можно, например, сказать, что этот риск в десять раз меньше, чем риск от курения и

Следует также различать риск добровольный (альпинизм, вождение автомобиля) и риск по принуждению. К последнему у общественности крайне отрицательное отношение.

ПРЕОДОЛЕТЬ КРИЗИС ДОВЕРИЯ

Возникает вопрос: если все это так неточно и избыточно, зачем об этом говорить? Может быть, частичный ответ содержится в научно-популярной книге «Радиация. Дозы, эффекты, риск», подготовленной Научным комитетом по действию атомной радиации при ООН в 1985 году (М., «Мир», 1988): «Засекреченность, а особенно полусекретность, питает страхи, а в прошлом всего этого было в избытке. Было также много голословных и высокомерных заявлений о том, что эксперты, мол, лучше знают. Заверения оказывались ложными, а эксперты, хотя и являлись несомненно высококвалифицированными специалистами в своей области, часто были лишены необходимого кругозора. Это привело к кризису доверия.

Следует значительно повысить роль общественности в оценке того риска, который ей предлагают взвалить на свои плечи, а также в окончательном приговоре по этому поводу. В противном случае все больше людей будет заявлять о своем нежелании разделять этот риск. Чтобы этого не происходило, нужна всесторонняя, достоверная и объективная информация... Полузнание — опасная штука».

Можно предположить, что эти пожелания будут выполнены и общественность рано или поздно успокоится.

Не успокоились бы профессионалы. Только для них напоминать второй и третий постулаты НРБ:

— исключить всякое необоснованное облучение;

— снижать дозы до возможного низкого уровня.

Их заботы и научный поиск не должны закончиться раньше, чем эти принципы будут воплощены в каждом доме зоны аварийного выброса ЧАЭС.

Андрей СУХОРУЧКИН, ведущий инженер УДК, кандидат физико-математических наук.