

УДК 504.064 : 621.039.7

ПРОБЛЕМЫ РИСКА ДЛЯ ГОРОДОВ И РЕГИОНОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЯДЕРНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Тестов Б.В., Ломакин И.А.

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, e-mail: tbsras@rambler.ru

При строительстве ядерных электростанций всегда существует риск аварии и радиоактивного загрязнения прилегающей территории. В настоящее время такие аварии должны сопровождаться спасением людей и очищением территории, загрязненной радиоактивными веществами. Очищение радиоактивной территории (реабилитация) необходима для дальнейшего использования ее человеком и снижения действия радиоактивности на местную фауну и флору. Нами предложен новый механизм действия радиации на живые организмы, который предполагает быструю адаптацию всех живых организмов к радиоактивному загрязнению. После такой физиологической адаптации живые организмы становятся устойчивыми к местному радиоактивному загрязнению, что приводит к снижению риска отдаленных последствий радиоактивного загрязнения территории.

Ключевые слова: риск, радиация, действие на организм

RISK PROBLEMS FOR CITIES AND REGIONS AT BUILDING OF NUCLEAR POWER-STATIONS

Testov B.V., Lomakin I.A.

Tobolsk complex scientific station of UrD RAS, Tobolsk, e-mail: tbsras@rambler.ru

There always is a risk of accident and radiocontaminant of territory at building of nuclear power-stations. Presently such accidents must be accompanied by a life-saving and clearing of radio-active territory. Clearing of radioactive territory (rehabilitation) needed for the further use by her man and declines of action of radio-activity on a local fauna and flora. We are offer the new mechanism of action of radiation on living organisms, that supposes rapid adaptation of all living organisms to the radiocontaminant. After such physiological adaptation living organisms become steady to the local radiocontaminant, that results in the decline of risk of remote consequences of radiocontaminant of territory.

Keywords: risk, radiation, operating on an organism

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса во всем мире определяется увеличением энергетических затрат. В настоящее время основным источником получения энергии является сжигание органического топлива в виде нефти и газа. Однако быстрое увеличение энергетических затрат, обеспечивающее рост научно-технического прогресса, может привести к истощению запасов нефти и газа. Тогда неминуемо возникнет проблема поисков альтернативных источников энергии. В свете этой проблемы наиболее реальным является использование ядерной и термоядерной энергии. Однако строительство предприятий ядерной энергетики в настоящее время существенно сдерживается экологическими проблемами, которые возникают при авариях на таких предприятиях. Это очень хорошо продемонстрировали радиационные инциденты на Украине и в Японии, когда продукты ядерного деления попали в атмосферу и загрязнили большие площади территории этих стран и ближнего зарубежья. Радиационные загрязнения территорий вызвали большой негативный резонанс среди жителей планеты, что хорошо отражает отношение населения Земли к проблеме использования ядерной энергетики. Такое отношение на

наш взгляд создалось из-за представлений ученых о действии больших доз радиации на живые организмы.

Эти представления сформировались на экспериментальных данных при изучении действия радиации на живые и неживые объекты. Оказалось, что живые организмы могут выдерживать при облучении очень маленькие дозы облучения, в то время как неживые объекты разрушались при дозах в миллионы раз больших. Поэтому у людей сформировалось представление об очень высокой чувствительности живых организмов к действию радиации. Однако необходимо было объяснить специфичность действия радиации на жизнеспособность организма, поскольку мертвый организм можно было разрушить только действием очень больших доз облучения. Для этого были разработаны несколько оригинальных теорий:

- принцип попадания и мишени;
- теория прямого и косвенного действия;
- стохастическая теория;
- теория липидных радиотоксинов;
- структурно-метаболическая теория.

Суть этих теорий сводилась к тому, что при облучении живого организма возникает

сравнительно мало поврежденных (ионизированных) атомов. Расчеты показывают, что при смертельной дозе облучения 10 Гр будет ионизирован один из 10^7 атомов. То есть в организме человека весом 70 кг может быть повреждено (разрушено) только 7 мг вещества. Следовательно, для повреждения организма необходимо выявить элементы усиления первичных повреждений, возникающих при взаимодействии излучения с клетками вещества. Несмотря на огромные старания известных ученых такие механизмы усиления первичных повреждений не были выявлены.

Нами предложен тепловой механизм действия ионизирующего излучения на живые организмы. Он опирается на всем известный факт возникновения загара под действием ультрафиолетового излучения. Известно, что под действием весеннего солнца кожа белого (не загорелого) человека может получить тепловой ожог, несмотря на холодную погоду. Тепловое излучение Солнца в это время не может нагреть окружающие человека предметы и его одежду. Следовательно, тепловой нагрев кожи возникает за счет энергии организма человека. При постепенном загорании на поверхности кожи образуется пигмент меланин, который поглощает коротковолновый ультрафиолет. Поэтому загорелому (смуглому) человеку не опасно даже жаркое летнее солнце. То есть причиной действия проникающего излучения является коротковолновый ультрафиолет, который приводит к выделению тела в клетках организма за счет гидролиза большого количества молекул АТФ. Солнечный ультрафиолет через загорелую кожу проникнуть не может. Но радиация в виде рентгеновского и гамма-излучения легко проникает в клетки организма. При взаимодействии рентгеновского и гамма излучения с атомами вещества происходит потеря энергии излучения, коротковолновое излучение превращается в фотоны ультрафиолета, которые образуются внутри клеток. Исследования показали, что при облучении различных видов млекопитающих (от мыши до человека) у них наблюдается повышение температуры [1]. Сотрудники университета в г. Томске, при вдыхании собаками воздуха содержащего радон наблюдали повышение температуры внутренних органов на 5°C [2]. Таким образом, элементом усиления радиационного повреждения является переключение энергии организма на повышение теплопродукции. Поэтому все теплокровные организмы, обладающие

большой энергетикой, являются наиболее радиочувствительными.

Итак, элементом усиления первичного воздействия радиационного облучения живого организма является запас энергии организма, который предназначен для обеспечения метаболических реакций. Существенную роль в этих реакциях играют фотоны коротковолнового ультрафиолетового излучения, от которого человека защищает пигмент меланин. Но поток рентгеновского и гамма излучения, имеющего меньшую длину волны, беспрепятственно проходя через кожу в клетки организма, превращается в ультрафиолет и нагревает организм. При значительных дозах облучения такой нагрев приводит к тепловому шоку и гибели организма.

Как можно защититься от действия радиации? При больших мощностях доз облучения защитой является толстостенный металлический экран, ослабляющий поток радиации. При небольших мощностях доз, когда облучение создает небольшой нагрев, защитой является быстрый сброс тепла в окружающую среду. Поэтому пойкилотермные организмы (рыбы, насекомые, растения) выживают при больших дозах облучения по сравнению с теплокровными животными. Известно также, что гипотермия при облучении оказывает всегда защитный, а гипертермия сенсibiliзирующий эффект. Следовательно, быстрый сброс излишнего тепла в окружающую среду является естественной защитой от облучения.

Постоянные сезонные и суточные колебания температуры на Земле давно привели к формированию адаптивных реакций у растений и животных. Растения и пойкилотермные животные при понижении температуры среды впадают в спячку. У теплокровных животных наблюдается сезонная смена теплоизолирующего покрова (линька). Человек в летнее время уменьшает интенсивность метаболизма за счет потребления менее калорийной пищи и снижения интенсивности дыхания. Все эти меры характеризуют физиологическую адаптацию к изменению температуры окружающей среды. Если в основе радиационного воздействия лежит тепловой эффект, значит должна существовать возможность физиологической адаптации к радиационному облучению.

Наши эксперименты показали, что хроническое облучение лабораторных мышей при мощности дозы 3 мЗв/час , что в 10000 раз превышает природный радиа-

ционный фон, через сутки привело к снижению потребления кислорода на 20% по сравнению с контролем. После прекращения облучения потребление кислорода нормализовалось примерно за такое же время. У лабораторных крыс, размещенных в клетках в зоне Чернобыльской аварии, где мощность поглощенной дозы облучения было примерно в 500 раз больше чем в зоне расположения контрольных животных, через сутки после размещения было зарегистрировано повышение ректальной температуры на 1–2 градуса по сравнению с контрольными животными. На 2–3 сутки мы наблюдали нормализацию ректальной температуры у этих животных. Эти эксперименты показали возможность физиологической адаптации животных к радиоактивному загрязнению путем изменения интенсивности метаболизма [3]. Об этом же свидетельствуют наблюдения за численностью популяционной группы мышевидных грызунов, обитающих на территории зоны Чернобыльской аварии. В зоне с высоким уровнем загрязнения, где мощность эквивалентной дозы осенью 1986 года составляла 40 мЗв/час, что примерно в 10^5 превышает природный радиационный фон, отловить животных мы не могли по причине их отсутствия. Наличие животных на участках с меньшим загрязнением говорило о том, что численность животных здесь была достаточно высокой. По-видимому, животные просто ушли с территории, где наблюдалось высокое загрязнение. Через полгода после аварии животные вернулись на эту территорию, и в последующие 5 лет наблюдений численность животных на этой территории была больше, чем на участках с меньшим загрязнением.

Из этих наблюдений можно сделать вывод о том, что высокая степень риска наблюдается сразу после возникновения высокого уровня загрязнения. В это время люди и животные должны быть удалены из зоны с высоким уровнем радиации, или укрыты в убежищах с высокой степенью защиты. Через некоторое время, после распада короткоживущих радионуклидов, животные и люди могут вернуться в зону радиационного загрязнения, где произойдет физиологическая адаптация к изменившимся

условиям среды. Продолжительность физиологической адаптации составляет 2–3 дня, после чего организм приспосабливается к действию повышенного уровня радиации без всякого ущерба для здоровья. Дикое растения и животные, остающиеся все время в загрязненной зоне, адаптируются в течение одной недели, после чего они не будут чувствовать никакого ущерба от действия ионизирующего излучения.

Поэтому риск от радиационного загрязнения будет наибольшим для диких животных в течение первой недели после радиационного загрязнения. При больших дозах облучения возможна их гибель, если они не успеют мигрировать на территорию с меньшим радиационным загрязнением. Люди и домашние животные при больших уровнях радиационного загрязнения должны быть эвакуированы на территорию с меньшим радиационным загрязнением в течение первых суток. Растения являются более устойчивыми к радиационному загрязнению и их гибель от радиационного загрязнения маловероятна. При снижении радиационного загрязнения за счет распада радионуклидов с коротким периодом полураспада люди и животные могут вернуться на загрязненную территорию. В течение недели произойдет адаптация организма к повышенному радиационному фону путем изменения интенсивности метаболизма, после чего радиационное загрязнение не будет представлять никакой опасности. Поэтому нет необходимости проводить дорогостоящую реабилитацию (очистку) территории от радиоактивного загрязнения.

Список литературы

1. Kandasamy S.B., Hunt W.A. Involvement of prostaglandins and histamine in radiation-induced temperature response in rats // *Radiat. Res.* – 1990. – Vol. 121. – P. 84–95.
2. Пегель В.А., Докшина Г.А. Влияние радона на температуру внутренних органов животных // *Мед. Радиол.* – 1961. – Т.6. – № 11. С. 54–58.
3. Тестов Б.В. Реакция организма на радиационный стресс / *Проблемы радиэкологии и пограничных дисциплин.* – Вып. 8. – Екатеринбург, 2006. – С. 140–155.
4. Тестов Б.В., Баранова Л.Н. Радиация и перспективы использования / *Проблемы радиэкологии и пограничных дисциплин: сборник научных трудов.* – Вып. 14. – Ханты-мансийск, 2010. – С. 238–249.
5. Тестов Б.В. Действие радиации на организм / *Актуальные вопросы современной науки: Сборник научных трудов.* – Вып. 21. – Ч. 2. – Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2012. – С. 6–13.