ЗОНА ОТЧУЖДЕНИЯ - УНИКАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН

Наиболее масштабным и сложным по характеру (неравномерность уровней, радионуклидного состава и форм выброшенной радиоактивности), а потому и наиболее трудноустранимым результатом аварии на Чернобыльской АЭС явилось загрязнение радионуклидами почвенно-растительного покрова, сельскохозяйственных угодий и лесов. Радиоактивное загрязнение огромных территорий создало беспрецедентную по сложности экологическую ситуацию, ведущую роль в которой играют радиационно-гигиенические аспекты, а также изменения, вызванные уходом человека и прекращением хозяйственной деятельности.

30-км зона отчуждения с территорией общей площадью 2044 км² загрязнена цезием-137, стронцием-90 свыше 3 Ки/км² и плутонием свыше 0,100 Ки/км² на площади 1856 км².

Максимальные уровни загрязнения в непосредственной близости от ЧАЭС достигают по цезию-137 1000-1500, по стронцию-90 - 600-8 и по плутонию-239-240 - 2-3 Ки/км² соответственно.

На территории 30-км зоны нынче находится более 21 млн. Кюри радиоактивности, в том числе 20 млн. Кюри - внутри объекта "Укрытие», 380 тыс. в пунктах временной локализации радиоактивных отходов и пунктах захоронения радиоактивных отходов, более 210 тыс. Кюри на территории (из них 100 тыс. Кюри - стронция-90, 110 тыс.цезия-137, 800 Кюри плутония-239-240), 4,5 тыс.Кюри содержит водоем-охладитель, а короткоживущие и среднеживущие нуклиды, которые в основном и создавали экспозиционную дозу, сейчас практически отсутствуют.

За последние 12 лет произошло уменьшение плотности загрязнения более чем на 20% за счет естественного распада радионуклидов.

Особенности характера Чернобыльской аварии предопределили разнообразие форм выпадений. Изменения в этот период метеоусловий района привели к неравномерному распределению разных физико-химических форм радионуклидов, выброшенных на территорию ближней зоны ЧАЭС. Наложение указанных факторов на неоднородные ландшафтные и почвенно-агрохимические характеристики территории обусловили сложную, трудно классифицируемую радиоэкологическую ситуацию. Однако наибольшую радиоэкологическую уникальность территории 30-км зоны создает наличие в выпадениях малорастворимой фракции радионуклидов, связанных с топливной матрицей и другими выброшенными диспергированными материалами.

Авария на ЧАЭС, давшая преимущественно загрязнение огромных территорий цезием-137, в ближней зоне включает в себя все разнообразие форм выпадений предыдущих аварий, которые произошли на Южном Урале, в Англии и США.

Сочетание разных природных и техногенных факторов в зоне отчуждения создало возможность и целесообразность проведения многовариантных исследований по самым разным направлениям прикладной радиоэкологии, сельхозрадиологии, радиобиологии и медицины, радиационного мониторинга, обращению с радиоактивными отходами, рекультивации и реабилитации земель и природных объектов.

В 1986 году в 30-км зоне отчуждения были начаты научно-исследовательские работы по самым разным направлениям - от оценки состояния разрушенного 4-го блока и определения количества выброшенной массы вещества и выпадений радионуклидов до прогноза возможных генетических последствий в живой природе.

В результате проведенных исследований количественно установлено, что формирование и развитие радиационной и радиоэкологической ситуации в 30-км зоне определялись многими факторами, главным из которых является нахождение радионуклидов в составе малорастворимой топливной композиции. В зоне преимущественно топливных выпадений радионуклидный состав выпадений соответствовал отработанному ядерному топливу реактора РБМК-1000, несколько обедненному в отношении легколетучих радионуклидов.

В результате взаимодействия топливной матрицы с почвенным раствором, а также благодаря физической и химической деструкции частиц, со временем доля подвижных форм (особенно водорастворимых) цезия-137 и стронция-90 увеличилась в десятки раз.

При этом доля подвижных форм имеет тенденцию к возрастанию по направлению к периферии зоны, в то время как доля малорастворимой фракции радионуклидов, связанных с топливной матрицей и другими выброшенными диспергированными материалами уменьшается.

В ЛАБОРАТОРИЯХ УЧЕНЫХ

Дальнейшая судьба радионуклидов различна. Цезий-137 необменно поглощался илистой фракцией почв, а вышедший из матрицы стронций-90 оставался обменоспособным. В результате этого поступление цезия-137 в растения к третьему году после аварии стабилизировалось примерно на одном уровне, а **переход стронция систематически увеличивался.**

В ПЕРВЫЕ 3-4 ГОДА В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ РАБОТАЛО ОКОЛО 150 НАУЧНЫХ ИНСТИТУТОВ БЫВШЕГО СОВЕТСКОГО СОЮЗА, А С 1991 ГОДА ПОД ЭГИДОЙ МАГАТЭ И КЕС НАЧАЛИ РАБОТАТЬ БОЛЕЕ 20 ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ ФИРМ СТРАН ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ, АМЕРИКИ И ЯПОНИИ.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ НА ПОЛИГОНАХ ЗОНЫ РАБОТАЮТ В ОСНОВНОМ ИНСТИТУТЫ УКРАИНЫ И, В ЧАСТНОСТИ, ОРГАНИЗОВАННЫЙ В 1990 ГОДУ ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОТОРОГО ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ МИНИСТЕРСТВОМ УКРАИНЫ ПО ВОПРОСАМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПО ДЕЛАМ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ. В РАСПОРЯЖЕНИИ УЧЕНЫХ ДЕСЯТКИ СТАЦИОНАРНЫХ ОПЫТНЫХ УЧАСТКОВ. СРЕДИ НИХ - УНИКАЛЬНЫЕ И ЕДИНСТВЕННЫЕ В МИРЕ И АТТЕСТОВАННЫЕ КАК НАЦИОНАЛЬНОЕ ДОСТОЯНИЕ УКРАИНЫ. В ЧАСТНОСТИ, СТАДО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ОСНОВАТЕЛИ КОТОРОГО ПЕРЕЖИЛИ АВАРИЮ В 4-5 КИЛОМЕТРАХ ОТ ВЗОРВАВШЕГОСЯ ЭНЕРГОБЛОКА.

Многочисленные экспериментальные данные о горизонтальном и вертикальном перераспределении радионуклидов в естественных почвенно-растительных и лесных экосистемах территории зоны отчуждения свидетельствуют, что к настоящему времени интенсивная фаза их перераспределения практически завершилась и идут процессы, длительность которых соизмерима с периодом полураспада основных радиологически значимых радионуклидов - стронция-90 и цезия-137.

В зоне среднего поражения площадью 1200 га (поглощенная доза 350-400 рад) в 1986-1987 годах наиболее интенсивно проявились морфологические аномалии, сопровождающиеся нарушениями в пространственной ориентации побегов и в ритмике роста, нарушением гормональной регуляции, появлением атавистических признаков. Но уже в этот период проявляются интенсивные процессы репарации, наблюдается массовая закладка мужских и женских репродуктивных почек, нормализуется генная репарация.

Наряду с этим отмечается, что острое и последующее хроническое облучение подавляют образование древесины, а образовавшаяся древесина имела аномальное строение, пониженное содержание экстрактивных веществ.

Отсутствие лесоводственного ухода за древостоями зоны отчуждения и воздействие отрицательных естественных и антропогенных эффектов (лесные пожары, подтопление, ветровалы, облучение, развитие вредителей и болезней и т.д.), привело к значительному снижению устойчивости лесов.

Ослабление лесов в результате облучения, прекращение лесоводственных мероприятий, а также некоторые контрмеры, строительство дамб и плотин на мелких реках, сопровождающееся подтоплением) явились причиной гибели лесов в больших масштабах, чем непосредственно от радиационного поражения.

Так, от радиационного фактора леса погибли на площади 1.500 га, от пожаров - на 17.000 га, от подтопления - на 2.000 га, от ветровалов - 0,5% и от болезней и вредителей - 0,2% запаса древесины в зоне, соответственно.

При осуществлении фитозоосанитарного мониторинга территории 30 км зоны установлено, что отклонения в соотношении и численности видов насекомых и животных от доаварийного уровня обусловлено прекращением обычной антропогенной деятельности.

К таким эффектам относятся увеличение численности мышевидных грызунов в 1987-1988 годах, затем хищных птиц и диких животных, появление в зоне видов, занесенных в Красную книгу.

"Бывшие" сельхозугодья зоны остаются местом резервации основных вредителей, в первую очередь - зерновых и многоядных, патогенов грибных заболеваний и мышевидных грызунов. В настоящее время продолжаются процессы восстановления естественных биоценозов (вторичная сукцессия).

Основными болезнями на дикорастущих злаках в зоне отчуждения являются гельминтоспориоз (полосатая и сетчатая пятнистости), черная пятнистость и стеблевая (линейная) ржавчина.

Зона отчуждения предоставляет большие возможности для оценки влияния радиоактивного загрязнения на состояние биологических объектов, популяций животных и зоофитоценозов.

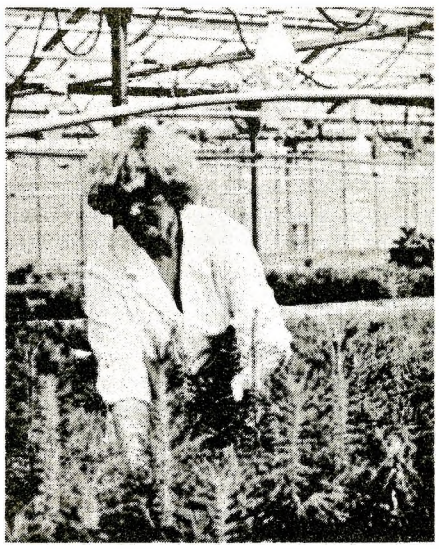
Наиболее радиационное воздействие на биологические объекты пришлось на период острого облучения, когда значительный вклад в поглощенные дозы вносили короткоживущие радионуклиды. Практически 90-95% суммарной дозы были получены древесными растениями в первый период - с момента аварии до 01.06.86 г.

В зоне сублетального поражения погибло 25-40% взрослых деревьев, у 90-95% сосен наблюдался некроз точек роста и молодых побегов, усыхание значительной части крон, резкое подавление или полное отсутствие ростовых процессов. К 1988-89 году репродуктивная деятельность восстановилась.

Со временем в результате физико-химических процессов (разрушение частиц топливной матрицы, растворение их осадками и почвенным раствором) доля радионуклидов в подвижной форме увеличивается. В дальней же зоне цезий-137 в конденсационных выпадениях, наоборот, переходит в недоступную для растений форму.

Многолетняя динамика содержания мобильных форм цезия-137 и стронция-90 в дерново-подзолистых почвах, наиболее типичных для территории Чернобыльской зоны, хорошо отражают различия в свойствах радиологически значимых радионуклидов. Так, для цезия-137, которому присуща особенность хорошо необменно поглощаться почвенными минералами, наблюдается максимальное содержание мобильных форм к 2-4 году после аварии (то есть процесс выхода его из "горячих" частиц превышал поглощение, в то время как для стронция-90 наблюдается постоянный рост мобильных форм с постепенным выходом на плато к 6-8 годам после аварии, согласно экспериментальным данным).

Выявленные на диких крестоцветных растениях грибковые заболевания, при условии проведения широкой реабилитации



зоны отчуждения, могут вызывать значительное снижение урожая семян возделываемых крестоцветных культур, что может усложнить процесс реабилитации.

За 12 лет было получено большое количество данных, характеризующих воздействие Чернобыльской аварии на диких и сельскохозяйственных животных, воспроизводящихся в зоне отчуждения.

Анализ полученных результатов позволяет констатировать следующее: у животных, находившихся длительное время в зоне радионуклидного загрязнения, выявлено наличие комплекса изменений как на уровне клетки, так и на уровне организма.

В результате длительного напряжения различных систем организма под воздействием облучения в малых дозах возможно развитие патологических изменений, способствующих укорочению жизни животных.

В зоне отчуждения были проведены многочисленные "пионерские" исследования, испытания и реализовались мероприятия, которые могли быть мало обоснованными ввиду чрезвычайности обстоятельств. Естественно, что в этих условиях некоторые из них оказывались неэффективными и имели даже отрицательный экологический эффект. К таким, в частности, относятся строительство дамб и плотин на малых речках, что дало уменьшение выноса цезия-137 с водой на 3%, а в результате было подтоплено и погибло 2000 га лесов. Пылеподавление с использованием отходов резиновой промышленности (латекса) приводило к гибели растительного покрова и увеличению радиоактивных аэрозолей в воздухе за счет шелушения поверхности полимеризованного вещества. И, наконец, захоронение "Рыжего леса", решив локальный вопрос, создало многолетнюю проблему.

Подытожив, можно отметить следующее: что, во-первых, развитие радиоэкологической ситуации в зоне отчуждения происходит под преобладающим влиянием природных процессов (атмосферно-геофизические, геохимические, биологические). Попытки широкомасштабного инженерно-технического вмешательства в большинстве случаев мало улучшали радиоэкологическую обстановку. Во-вторых, сегодня в живой природе преобладают восстановительные процессы, происходит интенсивный отбор изменений и аномалий. Скорость восстановления оказалась выше, чем предполагалось на основе имевшегося ранее опыта. В-третьих, полученные многочисленные данные подтверждают способность природы к самосохранению и очищению через механизмы глобального перераспределения. Однако, управлять этими процессами представляется возможным в том случае, если мы знаем их направленность и количественные закономерности.

Наличие в зоне отчуждения многих факторов экологического стресса позволяет рассматривать ее как уникальный научный полигон и модель для исследований долговременных процессов и испытаний технологии реабилитации территории.

Николай АРХИПОВ,
профессор,
доктор биологических наук,
директор Чернобыльского государственного научно-технического центра международных исследований.