

Оценка радиоэкологической ситуации в зоне влияния Сибирского химического комбината

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
Фузелла Т. Ш.

Принятая Высшим экономическим советом при Губернаторе Томской области в июле 2005 года стратегия развития Томской области до 2020 г., обозначила минимум 2 приоритета, которые посвящены повышению качества окружающей среды: необходимость организации рационального использования природного капитала и обеспечение благоприятных условий жизни, работы, отдыха и воспитания детей. Насколько это выполняется, мы убедились, когда в 2008 году началась массированная пропаганда по поводу строительства новых блоков Северной АЭС, сооружение которых, благодаря экономическому кризису отложили, хотя в 2010 г. вновь производились обследования радиационного фона местности в районе предполагаемого строительства Северной АЭС вблизи с. Самусь, с. Кижирова и д. Орловка Томского района. Несмотря на то, что в 2008 г. был закрыт последний блок, многолетняя техногенная нагрузка Сибирского химического комбината (СХК) на окружающую среду, безусловно, привела к изменению естественной геохимической обстановки, что нарушило среду обитания человека. На сегодняшний день основу производств СХК составляет завод разделения изотопов, сублиматный завод и вспомогательные производства (ещё в 90-е годы на СХК были созданы опытно-промышленное производство (ОПП) фторидов железа и редкоземельных металлов, ОПП магнитов и магнитных сплавов, ОПП ультрадисперсных порошков металлов и их оксидов, производство стабильных изотопов).

Основным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды Томского района является СХК, в 30-километровой зоне которого расположено более 80 населённых пунктов с населением около 700 тыс. чел. Загрязнение обусловлено плановыми (штатными) и аварийными газоаэрозольными выбросами и сбросами сточных вод, а также захоронениями жидких и твёрдых радиоактивных отходов (ЖРО и ТРО). За шестидесятилетний период деятельности СХК произошло более 30 аварийных инцидентов, причём пять из них квалифицируются как серьёзные происшествия. СХК вносил определяющий вклад в выбросы в атмосферу инертных радиоактивных газов (аргон-41, криптон-85, ксенон-133 и др.), количество которых, по данным Ежегодника Росгидромета (2004), составляло до 76% от суммарного выброса всеми десятью атомными станциями России. В результате происшествия в 1993 г., который классифицирован 3 уровнем по международной шкале событий на объектах атомной энергетики INES, образовалась зона радиоактивного загрязнения местности, вытянутая в северо-восточном направлении на 25 км, площадью около 100 км². По данным Росгидромета, суммарное количество радиоактивных веществ, выброшенных из аварийного аппарата СХК на эту территорию, составило от 530 до 590 Кюри. В отдельных точках мощность дозы γ -излучения достигала 400 мкР/час (как известно, естественный фон радиоактивного излучения находится в диапазоне 5 - 20 мкР/ч). Почва заметно загрязнена долгоживущими радионуклидами, что фиксировалось Росгидрометом и до аварии 6 апреля 1993 года. В образцах почвы и растительности обнаружены аномальные концентрации плутония, значительно (в 10 раз и более) превышающие уровни глобального загрязнения.

За 19 лет, миновавших с того памятного апрельского дня в 1993 г., до сих пор нет фундаментального радиационного мониторинга по результатам аварии, поскольку достоверная открытая информация о степени загрязнения территории плутонием отсутствует, да и не меняется мышление по отношению к АЭС.

Производственная деятельность СХК сопровождалась образованием большого количества радиоактивных отходов (РАО) - жидких, твердых и газоаэрозольных. Сегодня

в непосредственной близости от г. Томска на промплощадках СХК ведется закачка РАО в подземные горизонты на глубину 320–460 м, они также складываются в контейнерах, которые регулярно поступают по железной дороге, пересекая территорию города Томска. К настоящему времени СХК закачано под землю более 40 млн м³ жидких РАО с общей активностью около 400 млн Кюри. Поначалу о таком способе избавления от отходов говорили как об эксперименте, опытно-промышленной эксплуатации. На СХК этой практике более 50 лет. Научное обоснование ее отсутствует. В чем опасность такого хранения РАО? Район имеет сейсмическую опасность, и подвижка пластов может привести к проникновению радиации в водоносные слои. Физические процессы, происходящие при длительном хранении РАО, далеко не изучены. Жидкие РАО представляют смесь различных веществ, которая по-разному будет вести себя в конкретном подземном горизонте, в каждой горной породе и в каждой скважине. Хотя атомщики уверяют, что всё просчитано и опасности для среды и людей такая закачка на протяжении обозримого будущего не представляет, обеспокоенность по этому поводу растёт. Из положительного заключения на «Обоснование безопасности захоронения ЖРАО СХК» и «Проекта эксплуатации пл.18 и 18а в связи с продлением сроков эксплуатации глубоких хранилищ ЖРАО СХК» эксперта госкомиссии по запасам полезных ископаемых А.В.Иванова: «Заметное влияние на скорость распространения загрязнения и его объем, поступающий в вышележащие слои, используемые для водоснабжения, оказывает работа водозаборов (имеются ввиду подземные водозаборы г.Томска и г.Северска). Эксплуатация водозаборов ускоряет скорость движения фронта загрязнения и увеличивает объем поступления в IV и V водоносные горизонты. Поэтому необходимо изыскать альтернативные источники водоснабжения, а эксплуатация водозаборов после 2015 года прекратить».

Беспокойство населения поддерживается секретностью, окружающей закачку, и недоступностью для независимого научного анализа данных по детальному геологическому строению подземных структур, куда происходит закачка. А геологическая структура под Томском, в местах, где происходит закачка жидких РАО под землю сложная, слоистая. Данные места закачки по геологическим соображениям (связь горизонтов и т.п.) не могут удовлетворять требованиям безопасной изоляции таких отходов. Они были выбраны десятилетия назад исключительно потому, что находились рядом с атомными производствами. Наивные расчёты на то, что закаченные через 11 скважин на глубины в интервале 150–500 м радиоактивные отходы (в том числе плутоний-239, нептуний-237, америций-241, торий-232, цезий-137, рутений-106, ниобий-95, цирконий-95, стронций-90, кобальт-60, европий-152, 154) будут надёжно навечно изолированы, не оправдались. Атомщики исходили из фантастического предположения, что именно эта часть подземного пространства надёжно гидрологически изолирована от ниже- и вышележащих горизонтов и от дневной поверхности, «горячие» частицы – мельчайшие (порядка менее 40 мкм) частицы атомного топлива или бомбы, с очень высокой удельной радиоактивностью, сложным радионуклидным составом с пылью и каплями воды могут переноситься на тысячи километров от места аварии. При попадании внутрь организма с пищей, водой и воздухом, такие частицы обеспечивают получение высоких доз облучения даже если человек находится на незагрязнённой радионуклидами территории (Хижняк, 2006).

Последние исследования Томских ученых показали, что на сегодняшний день существуют множество методов оценки радиогеохимической обстановки (РАГО) территории на основе оценки компонентов окружающей среды (почвы, воздуха, торфы, снегового покрова, растительности), которые позволяют решать задачи эколого-геохимического мониторинга на любой территории, оценивать многолетнюю динамику РАГО на территориях воздействия радиационно-опасных объектов.

С помощью высших водных растений, являющихся эталонными объектами для радиозоологического мониторинга, можно фиксировать поступление в р. Томь

радионуклидов в районе сбросов СХК (Торопов, 2004). В различных водных объектах нижней Томи обнаружено присутствие 29 техногенных γ - излучающих радионуклидов, в том числе короткоживущих, типичного β - излучающего радионуклида ^{90}Sr и изотопов Pu . В воде нижней Томи ниже устья р. Ромашки фиксируется присутствие 18 короткоживущих γ -излучающих радионуклидов, наибольший вклад в сбросы СХК вносят ^{24}Na , ^{42}K , ^{76}As , ^{239}Np . Донные осадки и пойменная почва исследуемого района загрязнены 15 коротко- и долгоживущими γ - излучающими радионуклидами, среди которых основной вклад в активность на всем протяжении от устья сбросов до устья р. Томи вносят ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{152}Eu . Загрязнение донных осадков техногенными радионуклидами неравномерное. Биота нижней Томи накапливает радионуклиды из сбросов СХК (Pu -238, Pu -239, Pu -240) в водных растениях. Установлены высокие уровни накопления Pu (239, 240) в рдесте блестящем (*Potamogeton lucens*), р. Ромашка - в среднем 335 ± 25 Бк/кг сухой массы (Торопов, 2004).

В пробах почв сельских населенных пунктов, попадающих в 30-км зону влияния СХК, наблюдается значительное увеличение количества скоплений треков на детекторе в виде «звезд» и отдельных сгустков, что указывает на влияние комбината на данную территорию (Жорняк, 2008). Максимальное количество скоплений треков выявлено в почвах населенных пунктов Зоркальцево и Самусь. В почве выявлено повышенное содержание урана (2,4 мг/кг) и тория (7,5 мг/кг), что связывается с их поступлением в виде выбросов СХК, Томской ГРЭС-2, а также котельными промышленных предприятий города и частного сектора, использующих в качестве топлива уголь. Большинство проб почвогрунтов, отобранных в районах промышленных предприятий г. Томска, оказались токсичными для некоторых организмов (инфузории-туфельки и мушки-дрозофилы) при их исследовании методами биотестирования (Жорняк, 2008).

Изучение торфяников, расположенных на разном расстоянии относительно мощного источника техногенного воздействия – СХК – позволило оценить влияние различных производств на окружающую среду (Gauthier-Lafaye et., 2008). Техногенное поступление элементов-примесей в торфяники в промышленной зоне Томской области определяется производствами ядерно-топливного цикла (^{137}Cs , ^{90}Sr , U , Pu , Am , La , Ce , Sm , Eu , Yb , Lu и др.) (Рихванов и др., 2006), топливно-энергетического (Fe , Sc , Hf , Th , Co , Cr , Sm , Ce , Rb , Ta , Cs) (Шатилов, 2001) и нефтехимического (Br , Sb , Na) (Язиков, 2006) производств. Значительную долю глобальных поступлений загрязняющих элементов-примесей составляют радиоактивные элементы. Загрязнение в зоне воздействия СХК выражается в повышенных концентрациях многих элементов в верхнем интервале торфяника, сформировавшегося за последние 70 лет. Превышения средних содержаний некоторых элементов-примесей в торфе достигают 5 раз (Gauthier-Lafaye et., 2008).

Уровни накопления радиоактивных элементов в пылеаэрозолях территории г. Томска составляют в среднем по урану 2,8 мг/кг и торию 6,7 мг/кг (Таловская, 2008). Средняя величина среднесуточного выпадения для урана равна 171 мг/км^2 в сут. при фоновом значении $1,4 \text{ мг/км}^2$ в сут. тория 426 мг/км^2 в сут. при фоне $20,3 \text{ мг/км}^2$ в сут. Установлено, что по мере удаления от СХК (г. г. Северск, Томск) в юго-западном и северо-восточном направлениях плотность треков от осколков деления радиоактивных элементов, характеризующих равномерный характер распределения, уменьшается и достигает минимума в условно фоновых районах. Тогда как повышенные плотности скоплений треков от осколков деления радиоактивных элементов в виде «звезд» приходятся на сельские населенные пункты (сёла Поросино, Наумовка, Георгиевка), расположенные в «розе» ветров предприятий (Таловская, 2008).

Постепенно концентрируясь в пищевых цепочках экосистем, сопутствующие радиоактивным элементам вредные для человека вещества, аккумулируются в живых организмах. По правилу трофической пирамиды органическое вещество каждого последующего звена пищевой цепи прогрессивно уменьшается в объеме, количество же поглощенных вредных веществ сохраняется. Начало этого процесса связано с

загрязнением почв, куда они поступают в основном с аэротехногенными выпадениями, листовным опадом, отмершей корневой системой и т.д. В большей мере почвы должны рассматриваться в качестве интегрального индикатора многолетнего загрязнения окружающей среды в целом. Помимо прямого негативного воздействия, для многих вредных веществ характерны так называемые отдаленные эффекты, затрагивающие важнейшие функции живых организмов. Тем самым загрязнение среды обитания создает угрозу не только для отдельных организмов, но и для целых поколений. В природе в процессах миграции меняются лишь формы их нахождения и концентрации.

Проведенные исследования показали, что имеет место как прямая, так и обратная зависимость между содержанием химических элементов в почве, в воде, накали питьевых вод и составом живого вещества. Это выражается как в статистических параметрах, так и в пространственном распределении элементов на изучаемых территориях.

Анализируя опубликованную на сегодняшний день информацию о здоровье населения Томской области, мы приходим к выводу, что заметное снижение уровня детского здоровья может быть связано с деятельностью СХК (в том числе: показатели заболеваемости нервной системы и органов чувств; онкозаболеваемость и темп ее роста; врожденные аномалии развития; болезни эндокринной системы; нарушения иммунитета; гипертония; болезни костно-мышечной системы; язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки). У проживающих вокруг атомного центра СХК был обнаружен более высокий уровень эритроцитов с микроядрами, изменение формулы крови, нарушение иммунного статуса. Проведенные профессором СибГМУ Т. Матковской исследования, показывают сильное влияние аварии на здоровье детей с.Наумовки и с.Георгиевки, а также преждевременную смерть нескольких из них. По результатам последнего обследования состояния здоровья местных жителей, проведенного в декабре 2010 года, выявлено, что медицинские симптомы, которые проявлялись у жителей с. Георгиевки и соседних сел непосредственно после аварии, до сих пор выявляются у живущих там детей. Большинство детей по-прежнему жалуются на утомляемость, слабость и снижение памяти.

Благодаря тому, что появилась количественная геохимическая характеристика человека (на примере жителей Томского района), с учетом эколого-геохимических особенностей среды его обитания, организм человека можно анализировать в качестве геоиндикатора, соединяющим в себе трансформации природной среды (Игнатова, 2010). В зонах техногенеза происходит изменение уровней накопления химических элементов в составе живого вещества, и оно имеет индикаторное значение. Для предприятий ядерно-топливного цикла специфичными являются U, Th, TR, Br, (Pu); для нефтехимического производства – Sb, Br; для предприятий энергетического комплекса и металлообрабатывающей промышленности – Fe, Cr, Sc, Co, U, Th, TR; для агропромышленного комплекса – Hg(Барановская, 2011).

Положительная корреляция заболеваемости населения и функционированием СХК безусловна. Установленные тенденции (Барановская, 2011) в изменении накопления химических элементов и их ассоциаций в организме человека в норме и при разных видах патологии (на примере щитовидной железы и тканей сердечно-сосудистой системы человека) могут являться основой для прогноза и профилактики заболеваемости населения. Так, максимальное содержание урана характерно для волос жителей поселков, расположенных в зоне влияния СХК Георгиевка, Наумовка, Черная речка (Юкса), а также для г. Северска, для которого оно является градообразующим. Сложная природно-техногенная ситуация этой территории способствует накоплению в составе живого вещества широкого спектра химических элементов, что, по данным ВОЗ (1989), негативно сказывается на состоянии здоровья человека. Уровни накопления изученных химических элементов в волосах детей позволили достаточно уверенно выделить основную зону техногенного воздействия СХК, в пределах которой, в частности, обнаружены отклонения и цитогенетических показателей крови населения (Барановская, 2011). Специфика

техногенеза находит отражение в виде избыточного накопления элементов в различных биологических средах с проявлением в виде идентичных компонентов, для человека диапазоны концентраций элементов весьма велики. Однако в условиях техногенного давления накопление отдельных элементов весьма критично и хорошо отражает специфику этого влияния на различных территориях.

При рассмотрении тканей с одинаковой патологической структурой на разных территориях в них наблюдается отражение эколого-геохимической структуры территории, а заболевание характеризуется общими химическими элементами. Биоиндикационными показателями влияния ядерного техногенеза являются появление не только микроядерных эритроцитов в составе крови человека, а также микровключений (наноминералов) делящихся элементов (U^{235} , Pu, Am и др.) в виде «звезд» и скоплений (так называемых «горячих частиц») (Барановская, 2011). Автором выявлена взаимосвязь между уровнем накопления некоторых химических элементов и количеством микроядерных эритроцитов, что позволяет предполагать наличие негативных последствий техногенного воздействия для здоровья населения. Характер накопления химических элементов в органах и тканях человека и животных на территории Томской области позволяют уверенно предполагать наличие интенсивного аэрогенного пути поступления редкоземельных и радиоактивных элементов (урана, церия и других) (Барановская, 2011).

Медицинское и научное сообщество признает, что в настоящее время серьезный ущерб для иммунной системы человека и детского развития происходит и на больших расстояниях от мест радиоактивных выбросов. Наблюдается быстрое распространение серьезных биологических эффектов при весьма малых дозах. Новые исследования не только указывают на опасность от ядерных аварий, но также объясняют неожиданно большой рост детской и общей смертности в районах вблизи ядерных реакторов, который наблюдается в последние годы. Данные по корреляции ($r=0,78$, $P=0,01$) между величиной смертности от рака молочной железы и числом АЭС на расстоянии 100 миль, показывают что смертность заметно выше там, где на расстоянии до 180 км от места проживания находится большее число АЭС (Gould, 1996). Вокруг французского завода по переработке отработавшего ядерного топлива на мысе Ля Аг отмечено многократное увеличение детской лейкемии. Обнаружено повышение смертности от лейкемии и лимфомы вокруг некоторых АЭС Японии. Германия решила постепенно отказаться от атомных электростанций, потому, что вокруг них количество таких детей заметно возрастает. Нельзя отрицать факт заметного ухудшения здоровья населения вокруг предприятий атомной индустрии.

Все многочисленные данные о связи повышенной смертности от некоторых раковых заболеваний (Писарева, 2009) с длительным проживанием около атомных объектов могут быть объяснены только двумя предположениями: либо официально определяемый уровень облучения вокруг АЭС и других атомных предприятий существенно выше, чем расчетный (например, за счет каких-то неучитываемых выбросов), либо влияние малых доз значительно серьезнее, чем утверждает официальная атомная наука (Рихванов, 1996; 1997). Отсутствие данных о повышенной заболеваемости и смертности вокруг российских АЭС вовсе не означает их отсутствия. К сожалению, ни уровень первичных медицинских обследований, ни уровень статистики не позволяют этого сделать в России (Яблоков, 2009).

Таким образом, радиационная обстановка на территории Томского района формировалась на протяжении ряда лет и определяется загрязнением территории техногенными радионуклидами вследствие эксплуатации предприятий ядерно-топливного цикла. Связь между состоянием популяционного здоровья населения и биогеохимической структурой территории позволяет говорить о возможности и необходимости разработки параметров экологического нормирования на основе изучения этой структуры как в природных ландшафтах, так и на антропогенно-измененных территориях.

При нормировании территории и проведении медицинских профилактических мероприятий необходимо учитывать особенности элементного состава патологически измененных органов и тканей человека, следует обратить внимание на следующие моменты: во-первых, одним из факторов риска для формирования дисбаланса химических элементов в составе организма человека является длительное проживание в районе интенсивного техногенного воздействия; во-вторых, специфика элементного состава человеческого организма, проживавшего на территории Томского района, заключается в концентрировании значительного количества техногенно-обусловленных химических компонентов, что требует налаживания контроля за этим фактором поступления элементов в организм человек; в-третьих, необходимо учитывать обстоятельство проявления геохимических аномалий на территории Томской области в органах и тканях человека в диагностике заболеваемости населения области.

Новые свидетельства о радиоэкологической ситуации в зоне влияния СХК настоятельно требуют снижения техногенной нагрузки на территорию, на которой проживает более 700 тыс. жителей. У исследователей есть время для объединения усилий в защиту безопасных условий жизнедеятельности людей.

Список литературы

Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных систем // Автореф.дисс. д. б. н. Томск: 2011. - 46 с.

Денисова О.А. и др. Микроэлементы и патология щитовидной железы в Томской области. – Томск : СТТ, 2011. – 187 с.

Жорняк Л.В. Редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы в почвенном покрове урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2008. – № 4. – С. 82-84.

Игнатова Т.Н. и др. Региональные биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – №. 1. – С. 178–183.

Писарева Л.Ф. Заболеваемость и смертность от злокачественны новообразований населения, проживающего в зоне влияния Сибирского химического комбината // Сибирский онкологический журнал, 2009. - №6 (36). - С. 28-36.

Рихванов Л.П. и др. Состояние компонентов природной среды Томской области по данным эколого-геохимического мониторинга и здоровье население // Безопасность жизнедеятельности. 2008.– № 1. – С. 29-37.

Таловская А.В. и др. Радиогеохимические особенности пылеаэрозольных выпадений Томской области // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Матер. Междунар. конф. / Семипалатинск, 2008. - Т. 2. - С. 413-421.

Торопов А.В. и др. Особенности радиоэкологической ситуации в биогидроценозе нижней Томи // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы II Международной конференции. Томск: изд-во «Тандем-Арт», 2004. С.630-634.

Фетисова Ю.Л. Ретроспективный анализ поступления делящихся радионуклидов в древесные растения // Проблемы геологии и освоения недр: Труды X Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, Том 3, Томск, – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. - С. 81-83.

Хижняк В., Михеев В. И снова о «горячих» частицах на берегах Енисея..., <http://nuclearno.ru/text.asp?11427>

Яблоков А.В. «ЧУДИЩЕ ОБЛО, ОЗОРНО, ОГРОМНО, СТОЗЕВНО И ЛАЙЯ...»: Рассказ эколога об атомной индустрии. - Иркутск: «Байкальская Экологическая Волна», 2009. - 132 с.

Язиков Е.Г. Нормы радиационной безопасности НРБ—76/87 и «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/ 87» // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2008. – № 4. – С. 82-84.

Infant Mortality and Radioactive Contamination from Atmospheric Nuclear Weapons Testing Fallout and Other Sources, http://www.mitchelcohen.com/?page_id=329

Gould J.M. The Enemy Within. The High cost of living near nuclear reactors. Four Walls Eight Windows Publ., New York-London, 1996.

Gauthier-Lafaye F., Pourcelot L., Eikenberg J., Rhikvanov L., and A. Mezhibor. Radioisotope contaminations from releases of the Tomsk-Seversk nuclear facility (Siberia, Russia) // Journal of Environmental Radioactivity. - 2008. - V. 99. - P. 680-693.

NUCLEAR RADIATION & THE DESTRUCTION OF THE IMMUNE SYSTEM, http://www.nuclearbomb.ru/vliyanie_oblucheniya.html

Yablokov A., Nesterenko V., Nesterenko A. Chernobyl: consequences of the Catastrophe for people and nature. Enlarged and Revised Edition // New York Academy of Sciences, Annals. 2009. - № 1171.- 453 p.

Работа выполнена в рамках проекта VII. 63.1.3. фундаментальных исследований ИМСЭС
СО РАН