

ИСКУССТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ НА КАВКАЗЕ

ციციშვილი მ.ს., ციციშვილი მ.მ., ჩხარტიშვილი ა.გ.

Академия экологических наук Грузии

Аннотация: В работе приведены современные данные по радиоактивным изотопам, которые могут быть обнаружены во внешней среде в Грузии. Оценены результаты некоторых обратных задач. Приведены оценки изучения радиационного фона в Грузии.

Ключевые слова: радиоактивные изотопы, радиационный фон в Грузии.

Со времен открытия явления радиоактивности прошло чуть более одного века. Уже с первых же дней, параллельно с ядерной физикой и химией зарождалась радиобиология и радиационная экология; крестным отцом обеих был грузин, академик И.П.Тархан-Моурави, правнук Георгия Саакадзе. Ни одно открытие в истории человечества не меняло столь кардинально судьбу человечества. Ядерное оружие, способное уничтожить все живое, заставило человечество задуматься о судьбе современной цивилизации и путях их технического прогресса: безрадостные картины "грядущего Армагедона" ассоциировались не только с механическим разрушением среды обитания ядерными взрывами, но и с генетическим перерождением рода человеческого от всепроникающей ядерной радиации.

Медико-экологический интерес к радио-экологическому изучению окружающей среды Кавказа обусловлен целым рядом местных особенностей. Многолетние результаты этих исследований публикуются в периодически издаваемых "Радиационных исследованиях", обобщены в монографиях.

Находящиеся в окружающей среде в настоящее время радиоактивные изотопы по своему происхождению можно подразделить на две основные группы: искусственные и естественные радиоактивные изотопы. Как явствует из самого наименования, естественные радиоизотопы находились в природе почти с первых же дней ее формирования и являются ее неразрывным компонентом. Искусственные радиоактивные радиоизотопы - не существовавшие или не сохранившиеся в природе - имеющие радиоактивные свойства радиоизотопы "возникли" в результате искусственного деления ядер атомов в сконструированных человеком устройствах. Проникающие в окружающую среду в результате деятельности человека искусственные радиоактивные изотопы (систематически или эпизодически обнаруживаемые там) можно условно подразделить на три подгруппы:

а) продукты ядерных взрывов осколочного или нейтронно-активационного происхождения. Большой фактический материал собран на сегодняшний день по наблюдениям за представляющими биологическую опасность долгоживущими радиоизотопами этой группы: цезию - 137, $T_{1/2}$ - 30 лет; стронцию - 90, $T_{1/2}$ - 28 лет; марганцу - 54, $T_{1/2}$ - 310 сут.; церию - 144, $T_{1/2}$ - 290 сут.; цирконию - 95 с дочерним необию - 95, $T_{1/2}$ - соответственно 65 и 35 сут., короткоживущие изотопы йода, цезия и др.

б) выбрасываемые в атмосферу отходы предприятий ядерной энергетики. Это в основном газообразные, трудноулавливаемые: ксенон - 133, $T_{1/2}$ - 5,3 сут.; йод - 131, $T_{1/2}$ - 8 сут.; тритий, $I_{1/2}$ - 12,5г., криптон - 85, $T_{1/2}$ - 10,6 г.

в) радиоактивные изотопы, появление которых в атмосфере и далее в других сферах носило эпизодический характер (случайный или преднамеренный). Таковы специально внесенные в качестве меток ядерных взрывов вольфрам - 181 и 185 - ($T_{1/2}$ - 120 и 75 су.), а также попавший в атмосферу в результате аварий американского спутника с изотопным источником электроэнергии плутоний - 238 ($T_{1/2}$ - 86 лет). В силу локальности места внесения эти, а также некоторые радиоизотопы (например, родий - 102, рутений - 103) дозеобразующего значения не имеют и в радиационной экологии не рассматриваются.

Ушедшее в историю двадцатое столетие можно с уверенностью назвать началом ядерной эры человечества. Это был век величайших открытий и достижений не только в ядерных науках и технологиях, но и в радиобиологии и радиационной медицине. После Хиросимы и Нагасаки, руководство Советского Союза приняло все меры к ликвидации монополии на ядерное вооружение. И вот 29 августа 1949 г. испытание Советским Союзом первой атомной бомбы стало началом проведения серий ядерных испытаний на различных полигонах. В период проведения ядерных испытаний принимались меры для обеспечения безопасности населения. В эти годы и создавалась специальная сеть контроля радиоактивности природных сред, как одно из основных звеньев этой безопасности. Используя существующую сеть Госкомгидромета, удалось существенно уменьшить финансовые затраты; повысить оперативность этой сети удалось за счет создания опорных лабораторий в регионах; одна из таких региональных лабораторий, контролирующая радиоэкологическую ситуацию на обширной территории от Поволжья, всего Кавказа и до Крыма, функционировала в Тбилиси, при Закавказском Гидрометинституте. Контролируемый регион оказался уникальным, с повышенными уровнями глобальных выпадений продуктов ядерных испытаний. Освоенный в тот период сравнительно новый вид гамма-спектрального анализа с использованием сцинтилляционных датчиков позволил существенно повысить надежность радиометрических оценок проникновения техногенных радионуклидов на фоне наличия естественных радиоэлементов, характерных для горных регионов.

Громадный фактический материал по содержанию радионуклидов различного генезиса, накопленный на сети контроля радиоактивности природных сред, позволил успешно ставить и решать не только задачи обеспечения радиационной безопасности, но и геофизические задачи. Формирование в виде комплексного научного направления «горной радиоэкологии» во второй половине XX века ознаменовалось рядом достижений в области решения некоторых геофизических и климатических проблем горных регионов. С тех пор как было установлено существование стратосферного резервуара продуктов ядерных взрывов и глобальный характер их выпадений, началось детальное изучение пространственного и временного распределения этих выпадений. Выявились связи между основными особенностями глобальных выпадений продуктов ядерных взрывов и общей циркуляцией атмосферы, картина их распределения и сезонного хода. Первоначальная точка зрения о том, что все стратосферные выпадения будут распределяться по земному шару равномерно, оказалась несостоятельной, так же как и точка зрения о том, что наблюдаемый весенне-летний максимум обусловлен осенними испытаниями ядерного оружия. В настоящее время установлено, что основными районами поступления радиоактивных продуктов из стратосферы в тропосферу являются области разрыва тропопаузы средних широт. Основная роль в выведении активности из стратосферы в тропосферу отводится усилению меридиональной циркуляции. Несмотря на то, что скорости зонального переноса на порядок превосходят скорости меридионального, зональные перемещения воздушных масс не приводят к их вертикальным смещениям, тогда как меридиональная циркуляция обусловлена процессом поднятия и опускания воздушных масс. Поэтому, несмотря на малые величины вертикальных составляющих скоростей воздушных масс, усиление меридиональной циркуляции оказывает большее влияние на динамику приземных концентраций и уровней выпадений радиоактивных продуктов ядерных взрывов. Вышеприведенные соображения, по данным приземных полей концентрации техногенных радионуклидов позволяют выявить региональные особенности и:

- оценить интенсивность и сезонный ход вертикального обмена в атмосфере;
- оценить относительные величины индексов атмосферной циркуляции по сезонам и по синоптическим ситуациям;
- оценить повторяемость высоких холодных фронтов и струйных течений.

Вертикальное распределение в приземном слое атмосферы радиоаэрозоля различного генезиса позволяет изучать:

- процессы переноса и выведения примеси из атмосферы;
- самоочищающую способность приземного слоя и проводить ранжирование по этому параметру, что имеет громадное значение в индустриальной экологии.

Изучение процессов миграции различных радионуклидов в почвах различного генезиса позволяет оценивать интенсивность основных почвеформирующих факторов.

Одна из классических задач горной климатологии – задача распределения атмосферных осадков. Сравнительная труднодоступность горных территорий и недостаточная густота осадкомерной сети не позволяют однозначно определять критические высоты нарастания осадков в горах; с этой целью успешно применяется разработанный нами метод сравнительного анализа содержания осколочного цезия-137 в почвах горных склонов. Это позволяет экспедиционным путем установить критические высоты нарастания осадков на различных склонах горных хребтов.

Для целей оперативного менеджмента радиационной безопасности населения необходимы надежные расчетные модели дальнего переноса в атмосфере токсичных примесей, в частности радионуклидов техногенного происхождения. Обычно для этих целей используются статистически достоверно полученные регрессионные уравнения; оправдываемость таких расчетных схем вполне удовлетворительна.

Со второй половины XX века фундаментально меняется радиационный фактор внешней среды: резкий рост радиоизлучающей аппаратуры, электронной бытовой техники совпал с проникновением в окружающую среду искусственных-техногенных радионуклидов. Несмотря на физическую аналогию ионизирующих и неионизирующих источников излучений антропогенного происхождения со своими естественными аналогами (естественные радионуклиды, природные электроразряды и т.д.), экологического подобия нет - антропогенные радиоизлучающие источники по частотным и энергетическим показателям совершенно не подобны природным источникам, а антропогенные радионуклиды своими физико-химическими свойствами отличаются от радиоизотопов естественных радиоактивных семейств.

Атмосферные испытания атомного оружия привели к концу 50-ых годов прошлого века к угрожающему глобальному загрязнению мировой биосферы, что вынудило ведущих государств мира, договориться об срочном запрете испытаний ядерного оружия в атмосфере. Уже тогда были зафиксированы высокие уровни глобальных выпадений радиоактивных продуктов ядерных взрывов на Восточном побережье Черного моря и в высокогорье Грузии, в отдельные весенние дни достигавшие сотен милликюри на кв.км. Пик годовой динамики поступления радионуклидов техногенного происхождения приходится на 1963 и 1986 гг. Они одного порядка величины; изотопный состав также почти идентичен.

Искусственные радиоизотопы, проникшие в окружающую природную среду в результате антропогенной деятельности, принципиально (экологически) отличаются от естественных радиоизотопов путями и особенностями миграции по экологическим цепям, а, следовательно, и характером воздействия на биоту и человека. Достаточно напомнить, что если в биосфере практически нет экологических ниш, в которых идет накопление естественных радионуклидов, способных дать значимый дозовый эффект, то для искусственных радиоизотопов (изотопы йода, изотопы стронция, цезия) именно способность накапливаться в отдельных "нишах" экологической цепи (мхи-лишайники в экологической цепи: выпадения на Севере - поверхность в тундре - северный олень - человек) или в отдельных органах или тканях организма (щитовидка для йода) делают искусственные радиоизотопы гигиенически крайне опасными.

Расположение Кавказа в зоне примерного расположения полигонов испытаний, (после серии 1961-1962 гг. проводимых СССР в Северном полушарии это были испытания КНР) и аварии на Чернобыльской АЭС, в зоне наибольшей интенсивности стратосферно-тропосферического обмена, проявляет себя:

1. Ранним наступлением весенне-летнего максимума;
2. Более четким максимумом в сезонном ходе;
3. Большими уровнями выпадений по сравнению с другими районами страны;
4. Большей "чувствительностью" к "свежим" продуктам.

Структура глобальных выпадений на исследуемом регионе обуславливается:

1. Убыванием уровней выпадений с севера на юг.
2. Вертикальной зональностью уровней выпадений (возрастанием с высотой), что обусловлено выраженной вертикальной зональностью климатических факторов, особенно режима увлажнения.
3. Особенности циркуляции воздушных масс в условиях сложного горного рельефа (горно-долинная циркуляция, распределение осадков на подветренных и наветренных склонах и т.д.).

Для ограниченной территории перераспределения глобальных радиоактивных выпадений происходят, в основном, с осадками.

Уже спустя пять лет после Чернобыльской катастрофы, радиоэкологическая ситуация на Черноморском побережье Грузии стабилизировалась. Приблизилась к естественному уровню радиоактивность сельскохозяйственных продуктов местного производства и дикорастущих ягод и грибов. Ускоренная «деактивация» основных типов почв, обуславливаемая их типом и режимом увлажнения, происходит за счет смыва и заглубления долгоживущих осколочных радиоизотопов. Уже ко времени распада СССР уровни гамма-фона в зонах максимального загрязнения в среднем не превышали 160 мкР/час, с содержанием цезия-137 до $5 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг. В настоящее время в целом наиболее распространенные уровни по Западной Грузии ниже 30 мкР/час с содержанием цезия в верхнем 5 см слое менее $5 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. Значительно изменилось и достигло доаварийных уровней содержание цезия и стронция в морской воде — порядка 0,5 пКи/л. Сразу после аварии, концентрация цезия-137 у Восточного побережья Черного моря достигала десятков пКи/л, уменьшаясь к югу вдоль

побережья. Это объяснилось не особенностями выпадения на акваторию, а в значительной мере влиянием речного стока Ингури, Риони, Чорохи. Более равномерно были распределены концентрации стронция.

Кавказ характеризуется большим разнообразием ландшафтов и почв. Это разнообразие обуславливает различный режим миграции радиоизотопов в почвах, обуславливаемый физико-химическими особенностями последних. Для оценки мощности дозы гамма-излучения необходимо, кроме знания поверхностной плотности (запас в почве), учитывать проникновение продуктов ядерных взрывов в почву вглубь. Как известно, профили концентрации продуктов ядерных взрывов в почве описываются неполной гамма-функцией, однако с достаточным приближением в поверхностном слое могут описываться экспонентной. Проникновение продуктов ядерных взрывов в почвы зависит от вида почв, годового количества осадков (режима увлажнения) и уровней поступления самих радиоизотопов.

При оценке внешних и внутренних доз облучения населения Южного Кавказа должна быть принята разбивка территории Закавказья на районы. Районирование отражает целый комплекс геофизических особенностей изучаемых районов региона; оно является “объективно существующим”, выявленным в процессе многолетнего изучения особенностей глобальных радиоактивных выпадений продуктов ядерных испытаний на Кавказе. Очевидно, что наличие определенных закономерностей, позволяющих использовать подобный подход, является проявлением глубоких геофизических закономерностей, в чем убеждает анализ территориальных и циркуляционных особенностей изучаемого региона.

Для крупных регионов роль атмосферных осадков в перераспределении радиоактивных выпадений однозначно не выявляется; при рассмотрении малых территорий можно утверждать, что перераспределение происходит, в основном, с осадками. Это хорошо выявляется при изучении территориального распределения радиоактивных выпадений по Южному Кавказу, где в силу климато-географических условий перепад в уровнях атмосферных осадков для близко расположенных районов достигает почти 100%.

Можно охарактеризовать картину районирования Закавказья по уровням глобальных радиоактивных выпадений как удовлетворительно совпадающую с распределением осадков примерно в таком соответствии:

осадки свыше 1800 мм	90-100% выпадений
от 1000 до 1800 мм	- 75-85% выпадений
от 700 до 900 мм	- 60-70% выпадений
от 500 до 700 мм	- 45-55% выпадений
менее 400 мм	- менее 45% выпадений.

За 100% взяты выпадения в 8,75 мкюри/км².сутки по бета-радиоактивности (в периоды максимальных выпадений).

О самой страшной техногенной катастрофе – аварии на Чернобыльской АЭС казалось известно все. Хронологически восстановлен ход поступления в атмосферу продуктов термической деструкции ТВЭЛ-ов в результате термического разрыва реактора. Известны основные пути и ареалы распространения этих продуктов, составлены практически подробные карты загрязнения обширных территорий тогдашнего Советского Союза и сопредельных иностранных государств долгоживущими радионуклидами «Чернобыльского генезиса». Однако до сих пор некоторые вопросы динамики дальнего атмосферного переноса радиоактивных продуктов Чернобыльской катастрофы не совсем верно отражены в многочисленных исследованиях по этой проблеме.

В канун Чернобыльской аварии на территориях ныне независимых государств – тогда республик в составе СССР существовала вполне оснащенная по тем временам специальная сеть контроля радиоактивности внешней среды – общегосударственная радиометрическая служба, созданная ровно 50 лет назад на базе сети Госкомгидромета. В регламенте службы предусматривались различные инструментальные методы контроля общей активности и изотопного контроля проб внешней среды. Оперативность работы обеспечивалась системой оперативной связи, а также транспортировкой специальных проб в выделенные базовые лаборатории для изотопного анализа, результаты которых ежемесячно обобщались в специальных лабораториях НПО «Тайфун» в г. Обнинске, которое тоже в канун Нового 2011 года отмечало полувековой юбилей!

Уже 27 апреля 1986 г. станция радиометрической сети Ахалкалаки, расположенная в Южной Грузии выдала сообщение о повышении приземного фона радиоактивности на два порядка. Контроль-анализ данных ближайших станции это превышение не подтвердил и данные были аннулированы как «ошибка». При дальнейшем анализе, когда стали известны реальные факты по Чернобыльской катастрофе, стало очевидно, что имел место тропосферный струйный перенос на высотах порядка 1,5 – 2,5 км. в сторону Черного моря, зафиксированный также на станции Одесса. Реалии синоптических процессов в конце апреля (области высокого давления над Черным морем) «экранировали» преимущественный западный перенос на Южный

Кавказ. Только в первых числах мая на Восточное побережье Черного моря проникли высокорadioактивные воздушные массы с ливневыми осадками.

При рассмотрении целого региона, закономерности атмосферного переноса радиоактивных продуктов Чернобыльской катастрофы несколько отличались от закономерностей переноса радиоактивных продуктов глобальных выпадений от испытаний ядерного оружия в атмосфере (в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого столетия). Однако внутри региона перераспределение выпадений радиоактивных продуктов в целом подчинялись тем же закономерностям: - перераспределение радионуклидов при тропосферном переносе (а именно с таким мы имели дело в случае Чернобыля) происходит в основном с осадками;

- интенсивность поступления регламентируется процессами самоочистки атмосферы, для характеристики которых нами используется комплексный параметр – скорость очистки нижней тропосферы.

В результате многолетних исследований атмосферной приземной радиоактивности, самолетных исследований распределения радионуклидов различного генезиса, анализа поступления и миграции различных радионуклидов в природных средах, удалось установить закономерности процесса миграции радионуклидов естественного и искусственного происхождения в регионе Южного Кавказа:

- зона Восточного побережья Черного моря характеризуется аномально интенсивным вертикальным обменом воздушных масс;

- интегральный параметр – скорость очистки нижней атмосферы климатически устойчив и репрезентативен, хорошо характеризует в многолетнем разрезе интенсивность поступления радионуклидов на поверхность почвы;

- четко прослеживаемая вертикальная зональность климатических параметров на Южном Кавказе проявляется и в картине загрязнения техногенными радионуклидами поверхности почвы;

- выявилась сильная пятнистость радиоактивного загрязнения Колхидской низменности и высокогорья Западной Грузии;

- значительно более равномерное загрязнение низкими уровнями были зафиксированы на Имеретинской возвышенности, Южной и Восточной Грузии;

- маршрутные съемки по направлениям Тбилиси – Баку и Тбилиси – Ереван (Арагац) выявили незначительное эпизодическое проникновение загрязненных воздушных масс на территории Армении и Азербайджана.

В целом уточненное осредненное распределение радиоактивного загрязнения Южного Кавказа от долгоживущих осколочных радионуклидов - продуктов Чернобыльской катастрофы (в основном это стронций-90 и цезий-137) выглядит следующим образом (за гипотетический уровень 100%-ного загрязнения взят уровень 10 Ки/кв. км):

- прибрежная полоса Восточного побережья Черного моря – 40%;

- Аджария, Абхазия, Сванетия (высокогорные регионы) – от 30% до 40%;

- Колхидско-Имеретинская равнина и северо-западные склоны всех внутренних хребтов Южного Кавказа – до 20% (с убыванием с запада на восток);

- равнинная часть Восточной Грузии, Армении и Азербайджана – от 5% до 10% (также с убыванием от запада на восток и с севера на юг, в значительной мере следуя распределению осадков).

Эти оценки в основном были подтверждены проведенными в свое время Институтом прикладной геофизики (Москва) пересчетами уровней загрязнения по СССР на величины годового ущерба в денежном выражении; вслед за областями Украины, Белоруссии и России, был ущерб для Грузии, хотя абсолютная величина этого ущерба сейчас ничего не выражает.

Публикация этих материалов до сих пор имеет большое научное значение как возможность проведения широкой программы радиоэкологических и радиогигиенических исследований на сравнительно компактных пространствах с большим разнообразием климатических и социальных факторов и малыми и средними уровнями радионуклидного загрязнения.

Ионизирующие излучения, обусловленные главным образом космическими лучами и распадом естественных радионуклидов в земной коре, создают природный радиационный фон, постоянно воздействующий на все живое с момента возникновения жизни на земле. Поэтому биологическое действие излучений в пределах природного фона не является новым или необычным для организма животных и человека фактором. Вместе с тем, влияние природного радиационного фона на процессы жизнедеятельности живых организмов до сих пор остается одним из наиболее слабоизученных и составляет важную часть проблемы действия малых доз ионизирующего излучения на организм.

Оценки доз облучения населения Кавказа систематически проводились с конца 50-х годов как органами Министерства здравоохранения, так и Комиссией по изотопам и излучениям Академии наук. Сравнительно хорошо был учтен вклад естественной радиоактивности, вариации природного фона, вопросы использования радоновых ванн. С появлением искусственных техногенных радионуклидов накапливались данные по непосредственным измерениям доз внешнего облучения. Делались попытки оценки доз профессионального облучения некоторого контингента медицинских работников, а также доз внутреннего облучения, за счет различных путей проникновения радионуклидов различного генезиса в организм человека.

Первые попытки комплексных оценок доз внешнего и внутреннего облучения связаны с выполнением специальных исследований в начале 60-х годов прошлого века. Был оценен вклад различных источников и различных путей облучения. К этому времени относятся попытки дозовых оценок от долгоживущих, глобально выпавших радионуклидов. Законченную форму эти попытки оценки уровней дозовых нагрузок приняли лишь к концу 80-х годов. К периоду катастрофы на Чернобыльской АЭС гигиенические оценки вклада Чернобыльского загрязнения основывались на данных специальной радиометрической сети, на данных радиоизотопных анализов НПО «Тайфун».

Серией исследований, которые обобщены в регулярно издаваемых нами «Радиационных исследованиях», удалось реально оценить масштабы загрязнения региона Кавказа. Было показано, что уровни загрязнения Восточного побережья Черного моря были высокими. Это определялось как широтным местоположением источников радионуклидов, так и геофизическими особенностями региона. Фракционирование радионуклидного облака при тропосферном переносе, обмена радионуклидов йода создало предпосылки быстрого спада уровней загрязнения. Однако нами было показано, что особенности диеты и хозяйственного уклада (круглогодичный выпас, обилие свежих молочных продуктов и зелени) создали дополнительные факторы риска в некоторых регионах Кавказа.

Мощность дозы гамма-облучения, нараставшая (возраставшая) с первых (дней) чисел мая 1986 г, максимума для г. центральных районов Южного Кавказа достигла 8 мая 1986 г. Дополнительная (к фоновому излучению) доза гамма-облучения населения г. Тбилиси при этом составила 300 мкЗв. Максимальная доза внешнего бета-облучения населения г. Тбилиси после аварии на Чернобыльской АЭС в течение года составила около 380 мкГр, а средняя годовая индивидуальная доза внешнего гамма-облучения того же региона достигла лишь 300 мкЗв, что составляет всего около 25% годовой дозы фонового внешнего облучения. Однако, с учетом на порядок больших уровней загрязнения на побережье Черного моря и в некоторых высокогорных регионах Кавказа эти оценки давали повод для определенного беспокойства. Оценки доз облучения организма взрослых и подростков ингаляционным и пероральными путями, по прямым спектральным измерениям изотопов йода (дети: ингаляционно 0,15, перорально - 21,1 мЗв; взрослые: ингаляционно - 0,11, перорально - 1,81 мЗв) показывают уровни, сопоставимые с оценками НКДАР ООН в докладе 1988 г. даже для «наиболее пострадавших» Болгарии, Греции и Румынии. Это указывает на необходимость разворачивания специальной программы реабилитации, актуальность которой наиболее наглядно подтверждается пандемией патологии щитовидной железы среди населения некоторых регионов Кавказа.

Для горных регионов радиационный фактор может явиться основным мутагенным фактором. Остро дискутируемый в настоящее время вопрос пороговости или беспороговости действия ионизирующей радиации усиливает актуальность исследований. Нами проанализированы многолетние данные по оценке генетической опасности ионизирующего излучения согласно официальных оценок НКДАР ООН. По последним оценкам, частота всех видов естественных мутаций на 1 млн. новорожденных достигает 738 тыс. На этом фоне оценка величин мутаций от облучения дозой в 1 Грей – от 3000 до 4700 более чем скромны. Однако реальная оценка опасности ионизирующего излучения за счет радиоэкологических антропогенных нагрузок на внешнюю природную среду возрастает с учетом нескольких факторов: с учетом облучения «родительских поколений» процент мутаций будет удваиваться; при высоком «естественном уровне» спонтанных мутаций резко возрастет вероятность «суммирования» дефектов.

Итак, несколько заключительных слов:

1. Царская Россия уделяла громадное значение поиску радиоактивных руд. Уже к 1910 году на Кавказе работала одна из самых больших геохимических экспедиций. Они тщательно исследовали долины рек Черного моря – есть многочисленные публикации тех лет. Есть специальные отчеты в архивах. К сожалению скоро выяснилось – на Кавказе нет перспективных проявлений радиоактивных руд, есть только «осадочные линзы». Уже к началу формирования СССР, экспедиции переместились в Среднюю Азию, где этого добра даже слишком много! Таким образом, нужной для добычи руды урана в Грузии нет – ни в Сололаки, ни в Авлабаре, и даже не в Раче и Сванетии, к сожалению!!!

2. Радиационный фон в Грузии детально изучен, как от естественных, так и от искусственных – антропогенных радиоизотопов. Имена тех достойных ученых Грузии, которые жертвуя своим здоровьем, внесли наибольший вклад в это дело, детально приведены в моей монографии «Радиационная экология горных регионов». Там же можно найти детальные карты, в том числе и для выхода грунтовых вод различного генезиса. Долгоживущие техногенные (искусственные радионуклиды) изучены еще более тщательно – выше было указано: от них опасность для здоровья больше.
3. Кто профессионально занимается дозиметрией (это еще не радиационная гигиена и тем более это еще не радиоэкология), тот знает о больших трудностях дозиметрических измерений – здесь мы имеем дело с двойной статистикой и самого явления и способа измерения. Самые современные приборы, очень удобные в эксплуатации и мобильные – это приборы «сравнительных, т.е. относительных измерений»; они сравнивают что – то, измеренное с известным эталоном. И на этом долгом и извилистом пути погрешности и возможности ошибиться очень велики. Да и после «точных изменений», однозначно перейти от активности к дозовым нагрузкам для неспециалиста не просто. Тем более для содержания конкретного радионуклида в родниковой воде нет однозначной связи между концентрацией радионуклида и дозовой нагрузкой; ведь норматив установлен для питьевой воды а не для проточного ручейка!
4. Надо четко знать, что никакой реальный точечный источник цезия-137 (другие изотопы этого металла можно не принимать во внимание – они или стабильны или коротко живучи), не в состоянии создать реально опасный для здоровья повышенный радиационный фон. Несмотря на все легенды и выдумки, несмотря на ранее существующие «пятна радиоактивности» (это было только в Западной Грузии – на побережье и высокогорье), в настоящее время по всей территории Грузии нет мест с опасным для здоровья повышенным радиационным фоном. Мы головой ручаемся за это! Поиском и изъятием отдельных источников радиоактивности технического происхождения занимаются специальные службы – это не наука, хотя и курируется вышеуказанной Комиссией Академии наук Грузии.

Верим, что новое руководство страны и новое руководство науки в Грузии смогут согласованно координировать проведение подобных исследований в стране; больше не будут возникать вопросы кто, где, почему и зачем, занимается исследованиями. Для этого в реорганизованной Академии наук совершенно необходимо предусмотреть специальные подразделения по координации исследований во всех ведомствах и даже частном секторе, по связи с медийными органами, по координации межотраслевых исследований и многое другое. Тогда наука будет отвечать потребностям населения, а не вызывать радиофобию и панический страх из-за отдельных неоправданных публикаций графоманов.

Литература

1. Хуродзе Р.А., Кормилицин В.И., Цицкишвили М.С. Инженерная экология. В трех частях. // Учебник для технических и инженерных высших учебных заведений. Тбилиси, Издательство ГТУ, 1996, 422 с.
2. Цицкишвили М.С. М. Докторская диссертация. // Москва, 1991. Д.С.П.

ARTIFICIAL RADIONUCLIDES IN THE CAUCASUS

Tsitskishvili M.S., Tsitskishvili M.M., Chkhartishvili A.G.

Summary: The paper presents current data on radioactive isotopes that can be detected in the external environment in Georgia. The results of some inverse problems are estimated. Estimates of the study of the radiation background in Georgia are given.

Key words: Artificial radionuclides, radiation background in Georgia.