

Чернобыль. 30 лет спустя.

Крупнейшая в истории человечества ядерная авария обернулась долговременными негативными последствиями. Произошел выброс большого спектра короткоживущих и долгоживущих радионуклидов, суммарно почти в сто раз превышающий уровень радиации, отмеченный после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки [18]. Радиоактивный ^{137}Cs , являющийся наиболее значимым источником внешнего и внутреннего облучения, имеет как раз 30-летний период полураспада, и измерения все еще показывают его присутствие в почве и некоторых пищевых продуктах во многих районах Европы. После аварии более чем на 200 тысяч км² территории Европы уровень загрязнения ^{137}Cs превысил 37 кБк/км². Около 150 тыс. км² этой территории входили в состав Беларуси, России и Украины [31]. Выпадения были крайне неравномерными, усиливаясь в тех регионах, где шел дождь. Наибольший урон нанесен нашей республике, где выпало, соответственно, около 35 и 19% выброшенных в атмосферу радиоактивных изотопов цезия и йода [3]. Радиоактивному загрязнению ^{137}Cs с плотностью выше 37 кБк/км² подверглось более пятой части Беларуси площадью 46,5 тыс. км², на которой располагалось 3668 населенных пунктов с населением 2,2 млн. человек. Одновременно 10% территории было загрязнено ^{90}Sr ($>5,5$ кБк/м²) и 2% территории - радионуклидами плутониевой группы Ru ($>0,37$ кБк/м²) [14].

В итоге создалась угроза здоровью и жизнедеятельности населения, а отрасли народного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения попали в сложное экономическое положение. В наибольшей степени пострадало сельское хозяйство.

Широкомасштабный комплекс защитных мер, а также внимание руководства страны к нуждам населения, позволили успешно решить первоочередные задачи здравоохранения и производства нормативно чистых продуктов питания. Однако последствия Чернобыльской аварии

носят долговременный характер и не могут быть преодолены полностью в 30-летний послеаварийный период. Многолетние полевые опыты, проведенные в Институте почвоведения и агрохимии под руководством автора, в сопоставлении с результатами агрохимического и радиологического обследования почв позволяют сделать ряд существенных выводов.

ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ

Они в агропромышленном комплексе Беларуси имели особую значимость в первую декаду после аварии, когда превалировала внутренняя составляющая дозы облучения, за счет которой формировалось около 70% коллективной дозы. В проведении защитных мероприятий на загрязненных радионуклидами землях Беларуси можно выделить три этапа: 1986-1991 годы, 1992-2000 годы и с 2001 года по настоящее время.

Экстренные меры радиационной защиты. Авария на ЧАЭС была непредсказуемой и неожиданной. Сценарий с разрушением реактора и радиационная защита населения за пределами площадки АЭС не были предусмотрены и, соответственно, не были заранее разработаны соответствующие оперативные планы ликвидации последствий, не подготовлены ответственные кадры, не сконцентрированы требуемые материально-технические ресурсы, не организован радиационный мониторинг окружающей среды вокруг АЭС. Масштабы Чернобыльской аварии многократно превосходили возможные ресурсы для быстрой ликвидации наиболее негативных последствий. Большие радиоактивные выбросы сделали крайне затруднительным проведение аварийных защитных мер. Сразу же после аварии было организовано измерение радиоактивного загрязнения атмосферы и местности. Гамма-съемка атмосферы и местности ближней зоны ЧАЭС осуществлялись с 26 апреля 1986 года и в

течение мая ежедневно. Первая карта ближнего следа (до 100 км от ЧАЭС) была представлена Правительственной комиссией СССР 2 мая 1986 года, еще до полного формирования следа [4]. Эта информация легла в основу срочных решений об эвакуации населения, проведении дезактивации и других неотложных мер.

Первостепенные усилия были направлены на предотвращение детерминистских эффектов высоких доз облучения населения. За счет короткоживущих изотопов практически на всей территории Беларуси регистрировалось значительное повышение мощности дозы гамма-излучения, которая в отдельных населенных пунктах достигала 500 мкЗв/час, или в несколько тысяч раз превышала доаварийный радиационный фон. Негативное воздействие на здоровье населения в наибольшей степени оказали радионуклиды йода (^{131}I период полураспада 8,04 суток).

Правительство Белорусской ССР сосредоточило внимание на оценке радиационной обстановки и защите населения. Было принято решение об эвакуации населения с территории, где мощность экспозиционной дозы превышала 250 мкЗв/ч (территория приблизительно в радиусе 10 км от ЧАЭС). Фактическое переселение (вначале только дети и беременные женщины) началось на седьмой день аварии, 2 мая 1986 г. Затем снизили дозовый предел до 50 мЗв/ч, что примерно соответствовало зоне, описываемой радиусом 30 км. Всего на первом этапе из Брагинского, Хойникского и Наровлянского районов 2-5 мая было эвакуировано 50 деревень (11 035 чел.). 2-9 июня переселили еще 28 деревень (6017 чел.), а в конце августа — 29 (7327 чел.). В течение 1986 года из опасной зоны выехали 24,7 тысячи жителей из 107 наиболее пострадавших населенных пунктов [14].

Таким образом, эвакуация практически растянулась на три месяца. В дальнейшем, после 1991 года было организовано дополнительное переселение из наиболее загрязненных в чистые регионы республики. Всего отселено около 138 тыс. человек из 470 населенных пунктов. Одновременное организованным переселением самостоятельно покинули

территории радиоактивного загрязнения около 200 тысяч человек. В Украине в 1986-1989 гг. также организованно переселено более 200 тыс. человек. Эта работа в той социально-политической обстановке была неизбежной. Однако, радиологический эффект данного мероприятия был невысоким, так как население к этому времени уже получило свыше 50% дозы и переселение растянулось на десятилетие [13].

Еще до Чернобыльской аварии научные знания и достижения советских ученых по радиационной защите населения соответствовали мировому уровню, и по некоторым вопросам превосходили его. В 1971 году вышли методические указания Минздрава СССР для защиты населения в случае аварии ядерных реакторов, а в 1973 г. изданы (с грифом для служебного пользования) рекомендации по ведению сельского и лесного хозяйства при радиоактивном загрязнении внешней среды. К сожалению, эти разработки не были доведены до широкого круга управленцев на местах.

В первые недели аварийного периода не было организовано возможных защитных мер против йодной атаки (укрытие детей, ограничение пастьбы скота, потребления цельного молока и овощей). Таблетки йодистого калия для уменьшения накопления радиоактивного йода в щитовидной железе человека были разданы населению с большим опозданием и не могли быть эффективными 17, 131. Дефицит радиоэкологических знаний наблюдался не только у населения, но и у многих специалистов. Дозы, полученные за счет ^{131}I , определяют рост случаев радиационно-индуцированного рака щитовидной железы у облученных, особенно в детском возрасте. Заболеваемость взрослого населения раком щитовидной железы увеличилась более чем в 6 раз. Пик заболеваемости детей (до 14 лет в 1986 году) обозначился в 1995- 1996 годы, когда уровень заболеваемости по отношению к 1986 году подскочил в 39 раз [14].

Ученые и специалисты Японии, вследствие опыта преодоления последствий ядерных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, уроки Чернобыля изучали более тщательно, чем специалисты других стран. В

Японии создана сеть мощных научных центров, исследующих проблемы безопасности ядерной энергетики, радиационной защиты населения и окружающей среды, имеется специальный правительственный орган — Агентство атомной энергии. Не случайно поэтому, несмотря на катастрофическое цунами, неотложные защитные меры населения после аварии на ФДАЭС были проведены оперативно и организованно. Так, распоряжение об укрытии населения в 10-километровой зоне и эвакуации поступило через 6 часов после землетрясения, практически за сутки до воздушного выброса на блоке-1. Обязательная эвакуация всех 78 тысяч жителей 20-километровой зоны была завершена за 4 дня [19]. Следует отметить роль своевременного информирования сельских жителей Японии о правилах поведения в аварийный период. Неудивительно поэтому, что в типичном сельском населенном пункте, на расстоянии 37км от ФДАЭС по радиоактивному следу, средние кумулятивные дозы внутреннего и внешнего облучения за первые три месяца составили только 8,4мЗв для взрослых и 5,1 мЗв для детей. Эквивалентные дозы облучения щитовидной железы здесь не превышали 27-66 мЗв [20].

Однако и у японских специалистов позднее обнаружились пробелы в знании зарубежного опыта. В частности, большие надежды возлагали на фитомелиорацию почв, т.е. отчуждение радиоцезия с надземной фитомассой после уборки урожая растений с высокими коэффициентами накопления ^{137}Cs . Для этого были посеяны на значительной площади амарант и подсолнечник. При возделывании подсолнечника на почвах с концентрацией радиоцезия около 7,7 кБк/кг (2,3 МБк/м²) вынос радионуклидов надземной фитомассой составил приблизительно 0,02% от содержания в почве [2]. Если сопоставить этот результат с годовым распадом ^{134}Cs и ^{137}Cs , соответственно 28,6 и 2,28%, становится понятным бесперспективность фитомелиорации. Ее несостоятельность была много раз показана в экспериментальных и производственных условиях после Кыштымской и Чернобыльской аварий.

Аварийный выброс радионуклидов на ЧАЭС привел к загрязнению обширной площади сельскохозяйственных земель и исключению ведения на них производства из-за превышения предельно допустимого содержания радионуклидов в продукции. С этой точки зрения аварию на ЧАЭС как другую крупную аварию на ФДАЭС в 2011 году академик Р.М. Алексахин относит к сельским (коммунальным) авариям, а радиоактивное загрязнение почв считает особым типом их деградации [1,2].

В Беларуси загрязнено ^{137}Cs с плотностью свыше 37 кБк/м² более 1,8 млн. га сельскохозяйственных земель, из которых 265 тыс. га были исключены из оборота. По расчетам Института экономики НАН Беларуси, ежегодный ущерб от выбытия сельскохозяйственных земель из оборота в ценах 1998 года составляет 717,5 млн. долларов США. В процессе реабилитации небольшая часть этих земель, 16,7 тыс. га, с невысокой плотностью загрязнения радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr была возвращена в хозяйственное использование.

Гигиеническое нормирование содержания радионуклидов в воде, пищевых продуктах и сельскохозяйственном сырье — важный инструментарий радиационной защиты населения. Вначале допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания сильно изменялись в соответствии с годовыми квотами на внутреннее облучение на разных этапах развития послеаварийной ситуации и периодически пересматривались в сторону ужесточения.

Министерство здравоохранения СССР оперативно вводило временные допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде, постепенно ужесточая их по мере изменения радиационной обстановки. В дальнейшем принимались аналогичные республиканские нормативы, которые в 1999 году предполагали непревышение годового дозового предела в 1 мЗв [9].

Для уменьшения накопления радионуклидов в растениеводческой и животноводческой продукции осуществлялись агротехнические и агрохимические мероприятия. Из севооборотов исключили культуры (клевер, зернобобовые, гречиха), накапливающие

наибольшее количество радионуклидов. Применили мелиоративное известкование кислых почв (682 тыс. га), внесли повышенные дозы фосфорных и калийных удобрений. На большей части заболоченных участков провели осушение и запашку дернины, а также залужение и перезалужение сенокосов и пастбищ общей площадью 4 435 тыс. гектаров.

Самый острый дефицит, ощущаемый в те годы, был дефицит знаний. Возникло множество вопросов, на которые требовались немедленные ответы. Большую помочь в развертывании экстренных защитных мер, становлении и развитии науки радиоэкологии и формировании научных кадров в Беларусь оказали ученые, имеющие опыт радиационной защиты населения после Кыштымской (Уральской) аварии. Это — академики Р. М. Алексахин, Н.А. Корнеев, Б. С. Пристер и известные ученые, вышедшие из их школ. Я имею в виду Н. И. Санжарову, С. В. Фесенко, В. А. Карапанова и других. Летом 1986 года из г. Обнинска прибыла группа ученых, организовавших в Гомеле Белорусский филиал Всесоюзного института сельскохозяйственной радиологии во главе с профессором Славой Константиновной Фирсаковой, позже реорганизованный в Институт радиологии МЧС Республики Беларусь. В то трудное время ярко проявились выдержка, дух дружбы и взаимопомощи советских людей, способные решать немыслимо трудные задачи.

ДЕТАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ

Их второй этап (1992-2000 гг.) был обусловлен необходимостью дальнейшего уменьшения внутренней составляющей дозы облучения за счет снижения содержания радионуклидов в продуктах питания. Для чего институтами аграрного профиля НАН Беларусь совместно с Институтом радиологии МЧС разработан комплекс специальных защитных мероприятий, который проводят на загрязненных землях для обеспечения производства нормативно чистой продукции. Установлены теоретически значимые зависимости миграции и поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры от многообразия свойств почв,

включая гранулометрический состав, водный режим и агрохимические свойства. На теоретической базе создан целый ряд практически важных методик и рекомендаций. В 1992 году введена новая система территориального мониторинга почв на основе совместного радиологического и агрохимического обследования земель с четырехлетним циклом [8]. Это позволило планировать размещение культур по полям с учетом целевого ля НАН Беларусь совместно с Институтом радиологии МЧС разработан комплекс специальных защитных мероприятий, который проводят на загрязненных землях для обеспечения производства нормативно чистой продукции. Установлены теоретически значимые зависимости миграции и поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры от многообразия свойств почв, включая гранулометрический состав, водный режим и агрохимические свойства. На теоретической базе создан целый ряд практически важных методик и рекомендаций. В 1992 году введена новая система территориального мониторинга почв на основе совместного радиологического и агрохимического обследования земель с четырехлетним циклом [8]. Это позволило планировать размещение культур по полям с учетом целевого и на дерново-подзолистых пахотных почвах, что можно видеть на примере снижения поступления ^{90}Sr в растения кукурузы в широком диапазоне изменения реакции почвы, от сильнокислой до слабощелочной (рис. 1).

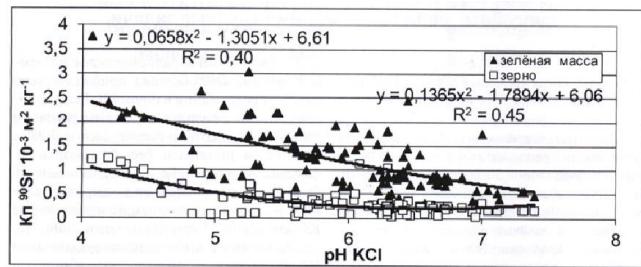


Рис. 1. Зависимость перехода ^{90}Sr в зеленую массу и зерно кукурузы от степени кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы.

При дальнейшей нейтрализации реакции почвы концентрация ^{105}Sr в зеленой массе и зерне кукурузы снижается в три раза, а затем активность стронция затухает [6]. Эффективность насыщения поглощающего комплекса кальцием и магнием зависит, в первую очередь, от

исходного уровня степени кислотности почв и различия показателей (pH) между исходным и оптимальным уровнями степени кислотности почвы. Экспериментально установлено, что абсолютное, минимальное накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческой продукции достигается при дальнейшем сдвиге реакции почв на 0,2-0,3 единицы pH в сторону щелочного диапазона [10]. Снижение накопления радионуклидов в растениях в этом диапазоне незначительно, но при этом ухудшается доступность растениям микроэлементов. Поэтому дозы извести рассчитаны для достижения оптимальной кислотности почв из расчета на максимальную урожайность возделываемых культур [11].

Экспериментально обоснованы принципы эффективной «калиевой терапии» [5]. Наибольшая интенсивность снижения поступления ^{137}Cs в растения клевера отмечается в диапазоне от 50 до 250 мг/кг K_2O (рис.2). Повышение концентрации его подвижных форм вызывает уменьшение накопления радиоцезия в клевере на 30-40%.

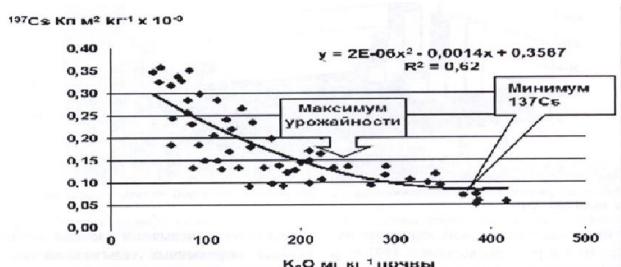


Рис. 2. Зависимость перехода ^{137}Cs в зеленую массу клевера от содержания подвижных форм калия в дерново-подзолистой супесчаной почве.

Высокие дозы фосфорных удобрений способны уменьшать поглощение растениями токсических концентраций тяжелых металлов [15]. Получены новые знания по действию фосфорных удобрений, которые на бедных фосфором почвах не только повышают урожайность возделываемых культур, но до 1,5-2,0 раз снижают накопление радионуклидов в продукции.

Системные массивы экспериментальной информации позволили перейти к глубокой дифференциации агрехимических мер. Зонирование только по плотности загрязнения почв радионуклидами стало уже недостаточным. При разработке комплекса специальных защитных мероприятий в растениеводстве с 1992 года применяется принцип

индивидуального учета основных свойств почв каждого поля [11]. Разработаны технологии эффективного известкования, дифференцированного применения калийных, фосфорных и новых форм комплексных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и снижения перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию. Детально ориентированные агрехимические мероприятия в сочетании с коренным улучшением сенокосов и пастбищ, переспециализацией хозяйств, нормированием рационов животных и применением цезий связывающих кормовых добавок, оказались особенно эффективны. Практически вся сельскохозяйственная продукция в общественном секторе и свыше 98% продукции личных подсобных хозяйств стали соответствовать жестким санитарно-гигиеническим нормативам.

Социально-экономическая реабилитация. Третий период защитных мер проводится с 2001 года для обеспечения устойчивого самоокупаемого производства продуктов питания и сельскохозяйственного сырья для перерабатывающей промышленности, что необходимо для завершения социально-экономической реабилитации загрязненных территорий в условиях динамичного улучшения радиационной обстановки. Произошел распад короткоживущих радионуклидов. Концентрация долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве уменьшилась практически наполовину только по причине естественного распада. Одновременно идет уменьшение площади радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель. В категорию незагрязненных уже перешло 0,5 млн. га загрязненных ^{137}Cs и свыше 0,3 млн. га загрязненных ^{90}Sr . Сейчас еще осталось в использовании загрязненных 941 тыс. га сельскохозяйственных земель, на которых продолжаются поддерживающие защитные меры: известкование, внесение фосфорных и калийных удобрений, коренное улучшение сенокосов, пастбищ, кормовые добавки для молочного стада в проблемных населенных пунктах, все это - за счет госбюджета. В ряде хозяйств проведена переспециализация и технологическая модернизация производства.

Изначально с 1995 года и по настоящее время реализация Государственных программ находится под личным контролем Президента Республики Беларусь и запланированные средства на ликвидацию последствий аварии выделяются.

Это не значит, что нет проблемных вопросов. Они, прежде всего, сконцентрированы в сельских подворьях и в тех сельскохозяйственных организациях, где преобладают малопродуктивные, зачастую переувлажненные, песчаные и торфяные почвы, характеризующиеся высокими коэффициентами перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в продукцию. Страгегическая задача — обеспечение экономической стабильности региона. На эти цели из общей суммы 9,8 триллиона рублей финансирования Чернобыльской программы на 2011- 2015гг., 13,6% было направлено на адресные меры радиационной защиты населения, и втрое больше — на социально-экономическое развитие, создание конкурентоспособного производства и новых рабочих мест.

В настоящее время преобладающая часть радионуклидов, выпавших на почву, находится в ее верхних слоях. Миграция ^{137}Cs и ^{90}Sr вглубь происходит очень медленно. Средняя скорость такой миграции составляет 0,3-0,5 см/год, поэтому угрозы водоносным горизонтам практически нет. Теперь основные количества радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr расположены в корнеобитаемом слое и интенсивно включаются в биологический круговорот.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕР

Важный критерий эффективности - уменьшение поступления радионуклидов из почвы в пищевую цепочку и получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах допустимых уровней. В первые постчернобыльские годы основные продукты питания и сельскохозяйственное сырье для переработки, особенно молоко, мясо, зерно и картофель, производились с превышением допустимых уровней содержания ^{137}Cs в значительных объемах (рис. 3). Можно отметить, что после введения в 1999 году более жестких санитарно-гигиенических нормативов, объемы производства зерна, картофеля и молока с превышением допустимого

содержания ^{137}Cs были незначительны на республиканском уровне. В этом заключается эффективность защитных мер второго этапа. Загрязненное радионуклидами молоко являлось наиболее значимым дозообразующим фактором среди других продуктов питания местного производства, потребляемых сельскими жителями.

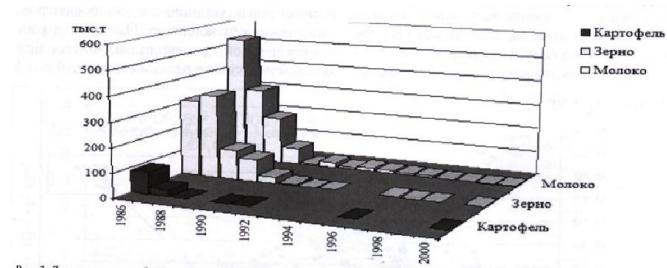
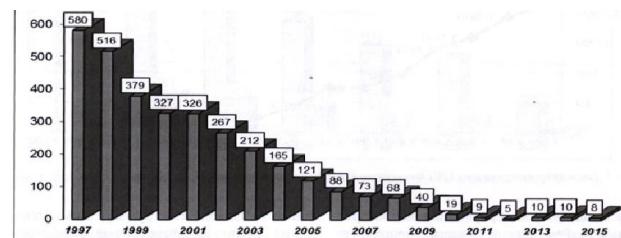


Рис. 3. Динамика производства сельскохозяйственной продукции с превышением установленных нормативов содержания ^{137}Cs за период 1986–2000 гг.

Поэтому радикальное улучшение пастбищ и сенокосов, применение добавок в комбикорм молочному стаду, вначале в общественном секторе, а затем и в личных подсобных хозяйствах оставались приоритетными и на третьем этапе мер радиационной защиты населения. Это позволило почти на два порядка уменьшить количество населенных пунктов, где встречались пробы молока с превышением норматива по содержанию ^{137}Cs в цельном молоке, зачастую используемом непосредственно в пищу (рис.4).



За последние четыре года таких пунктов было не более 10. Соответственно, молоко сырье, с превышением содержания $^{137}\text{Cs} > 100 \text{ Бк/л}$ на перерабатывающие предприятия республики в последние два года из общественного сектора и от населения не поступало.

Производство мяса с превышением допустимого содержания ^{137}Cs перестало быть проблемным в Беларусь уже в начале 90-х годов (рис. 5), после массового введения в практику хозяйств двухстадийного откорма КРС и кормления

животных за два месяца до убоя нормативно «чистыми» кормами.

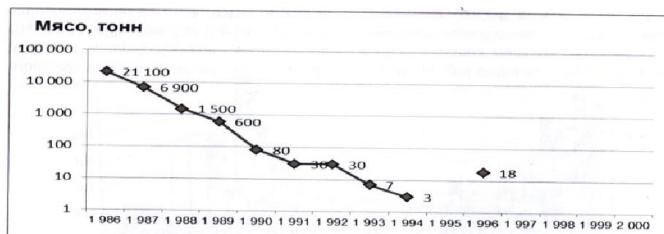


Рис. 5. Динамика производства мяса КРС с превышением допустимого уровня загрязнения ^{137}Cs в Беларусь.

Среднее содержание ^{137}Cs в говядине, поступающей на перерабатывающие предприятия Гомельской области, где преобладают загрязненные радионуклидами земли, уже в начале 2000-х годов снизилось до уровня около 100 Бк/кг, что в 5 раз ниже предельно допустимого уровня, определяемого республиканскими нормативами и вдвое ниже норматива ЕАЭС.

В Беларуси приняты многократно более жесткие, чем в России и Украине допустимые уровни содержания ^{90}Sr в продуктах питания. В Гомельской области имеется около 70 тыс. гектаров пахотных почв, где еще невозможно производство продовольственного зерна с содержанием $^{90}\text{Sr} < 11$ Бк/ кг, но возможно получать качественное фуражное зерно. Оно может без ограничений идти на корм животным и для переработки на спирт с последующим использованием барды для откорма крупного рогатого скота. При этом сельскохозяйственные животные выступают в роли эффективного «биологического фильтра» на пути поступления радионуклидов в организм человека.

Проведенные защитные меры в АПК Беларуси были эффективны, поскольку предотвратили около 40% коллективной внутренней дозы облучения населения [21]. Проблема снижения дозовых нагрузок на население была острой в течение первых десяти лет после аварии. Она остается актуальной в настоящее время только в небольшом числе населенных пунктов с повышенной плотностью загрязнения территории долгоживущими радионуклидами и преобладанием в землепользовании торфяных, пойменных и заболоченных песчаных почв.

Агрехимические защитные меры заметно сказались и на повышении плодородия почв. Дифференцированное

внесение фосфорных и калийных удобрений предусматривало повышение доз на тех полях и участках, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые одновременно характеризуются недостаточным содержанием подвижных форм фосфора и калия в почве. Всего за 30-летний период на загрязненные земли внесено 3,2 млн. т K₂O и 1,1 млн. т P₂O₅, что позволило не только снизить концентрацию радионуклидов в продукции, но и создать фундамент плодородия почв, гарантирующий производство нормативно чистых продуктов питания на перспективу [6]. На 80-90% площади почв поддерживается оптимальный уровень реакции, содержание подвижных форм фосфора и калия на 10-20 % выше, чем на незагрязненных почвах. Тем не менее, еще предстоит оптимизировать калийный и фосfatный режим на половине площади луговых почв и 20-30% пашни, преодолеть отрицательный баланс гумуса и микроэлементов.

Институтами аграрного профиля НАН Беларуси и Институтом радиологии МЧС разработаны эффективные технологии, позволяющие производить нормативно чистые продукты питания на всей загрязненной радионуклидами территории, где разрешено проживание. Однако определенные ограничения жизнедеятельности по радиационному фактору для небольшого числа населенных пунктов (рис.6) будут иметь место до конца нынешнего столетия [4].

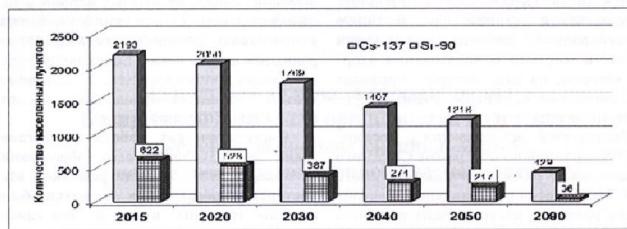


Рис. 6. Прогноз количества населенных пунктов Беларусь, отнесенных к зоне загрязнения по плотности ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЗ) создан на территории площадью 2,162 тыс. км² белорусского сектора 30-км зоны ЧАЭС и прилегающих к ней землях, с которой было отселено население. Сельскохозяйственные земли, выведенные из пользования, вошли в зону отчуждения, а теперь входят в состав ПГРЗ. Основная ее территория не может быть возвращена в сельскохозяйственный оборот даже в

отдаленной перспективе, вследствие высокой плотности загрязнения многими долгоживущими радионуклидами — ^{137}Cs , ^{90}Sr , плутониевой группой.

Таким образом, широкий диапазон состава, структуры и плотности загрязнения земель радионуклидами с одной стороны и набор разработанных эффективных технологий для производства нормативно чистых продуктов питания, с другой стороны, позволяет рассматривать эту территорию как экспериментальный полигон международного сотрудничества. Этот полигон необходимо использовать как для пополнения базы знаний, так и для выработки культуры ответственности за радиационную безопасность населения.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Проблемы, порожденные чернобыльской катастрофой, носят глобальный характер не только по своим негативным последствиям, но и сточки зрения масштабов тех мер, которые необходимы для их решения. Эффективному преодолению последствий аварии во многом может способствовать конструктивное международное сотрудничество, привлечение к решению возникших сложнейших проблем интеллектуальных и материальных ресурсов международных организаций, отдельных стран, научно-исследовательских центров. Такое сотрудничество является взаимовыгодным. Оно позволяет значительно повысить уровень знаний об экологических, экономических, медико-биологических, социальных, демографических последствиях катастрофы и способствует накоплению научных данных и международного опыта по практической реализации контрмер в условиях широкомасштабного радиоактивного загрязнения.

В резолюции 45-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН (1990г.) «Международное сотрудничество в деле смягчения и преодоления последствий аварии на ЧАЭС» заложены его организационные основы по проблемам Чернобыля. Эти вопросы находились в повестке дня заседаний важнейших органов ООН (ДГВ ООН, ВОЗ, МАГАТЭ, ЮНИДО,

ЮНЕСКО, ЮНИСЕФ). Заключены долгосрочные международные и двусторонние соглашения.

Особенно плодотворным является многолетнее сотрудничество с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ). Это — проекты по радиационному мониторингу, технологиям сельскохозяйственного производства на загрязненных территориях, укрепления инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности. МАГАТЭ оказывает помощь в организации информационного обмена и подготовке кадров. Реализованы национальные проекты международного технического сотрудничества с МАГАТЭ «Возделывание и переработка рапса» и «Поддержка лесоводства на территориях, подвергшихся загрязнению в результате чернобыльской аварии». Создан Центр Международной системы информации в области мирного использования ядерной энергии, на базе которого проходят международные семинары, учебные курсы, симпозиумы.

Реализуется ряд проектов с Российской Федерацией по программе Союзного государства. В рамках провозглашенного ООН Десятилетия реабилитации и устойчивого развития пострадавших регионов (2006-2016 годы) осуществляются проекты ПРООН «Развитие международной исследовательской и информационной сети по Чернобылю (ICRIM)», «Повышение уровня безопасности человека на территориях, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС». Трудно переоценить роль международного сотрудничества в приобретении научных знаний и практического опыта нашими специалистами для обеспечения радиационной безопасности и повышения качества жизни граждан Беларуси, подвергшихся радиационному воздействию вследствие аварии на ЧАЭС.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ, ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Эти проблемы крайне важны для Республики Беларусь. Академик В. С. Степин отмечает, что такие последствия развития атомной энергетики, как последствия чернобыльской аварии, не всегда возможно предсказать. Но

необходимо, хотя бы пытаться это сделать по отношению к новым проектам, проводить соответствующие исследования, выслушивать мнения оппонентов еще до принятия окончательного решения, создать правовые механизмы, регулирующие все эти вопросы. Оценка последствий техники является междисциплинарной задачей и требует подготовки специалистов широкого профиля, обладающих научно-техническими, естественнонаучными и социально-гуманитарными знаниями. Ответственность отдельного рядового инженера при этом уменьшается — напротив, коллективная деятельность должна сочетаться с индивидуальной ответственностью [12]. Задача подготовки высококвалифицированных кадров в нашей республике была сложной, так как научные школы по проблемам воздействия радиации на человека и окружающую среду начали формироваться, в основном, только в процессе преодоления последствий Чернобыльской аварии.

Систематическая работа по организации радиоэкологического образования началась в 1989 г., когда решением Министерства образования и науки были введены отдельные курсы по радиационной безопасности для всех контингентов, обучаемых на всех уровнях (средняя школа, средние специальные и высшие учебные заведения). Подготовку высококвалифицированных специалистов по радиоэкологии, радиобиологии, радиационной безопасности осуществляют учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А. Д. Сахарова» (МГЭУ) и «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (БГСХА). МГЭУ уже к 2008 году выпустил свыше 800 радиоэкологов и радиобиологов, а также существенно расширил область подготовки специалистов [14]. Начата с 2008 года подготовка инженеров по специальности «Ядерная и радиационная безопасность» в трех университетах (БГУ, БИТУ, БГУИР).

Следует подчеркнуть ведущую роль государства в минимизации рисков и предотвращении негативных последствий социально опасных технологий. Поэтому за пять лет до начала строительства Белорусской АЭС была организована

подготовка инженеров различных специальностей по ядерной и радиационной безопасности.

По количественной стороне наблюдается избыток. За последние годы устраивались по специальности около трети выпускников-радиоэкологов. Значительно сложнее проблема снижения качества подготовки кадров. Основная причина - низкий конкурс среди абитуриентов, как следствие завышенного числа студенческих мест по отношению к числу выпускников средних школ в республике. Имеет место и недостаточный профессиональный уровень части преподавателей из-за отрыва от научно-исследовательской работы. Усиливается отток активной части кандидатов и докторов наук в сферу государственного управления, бизнеса, отъезд за границу. Выход из такой ситуации видится в улучшении финансирования научных исследований и адресной подготовке специалистов в соответствии с потребностью экономики страны.

Актуальным является формирование позитивной постчернобыльской культуры в обществе. Для населения на загрязненных территориях особенно важно преодолеть синдром жертвы и сформировать оптимистическую позицию человека, способного не только обеспечить безопасность проживания, но и постепенно улучшать свое благосостояние. Для решения этих задач необходим определенный уровень знаний у каждого человека и системная информация, заслуживающая доверия. Именно для этого Министерством образования организован процесс непрерывного радиоэкологического образования детей и молодежи, направленный на воспитание культуры безопасной жизнедеятельности в условиях радиоактивного загрязнения.

Ограничения и задержки части сведений о содержании радионуклидов в окружающей среде и продуктах питания, которые имели место в первые годы после аварии, способствовали распространению недоверия к официальной информации и ошибочному ассоциированию многих болезней с воздействием облучения.

Вакуум быстро заполнялся слухами и псевдонаучной информацией.

Стало очевидным: для коренного изменения ситуации необходима глубокая систематическая работа. Поэтому она нашла отражение в «Концепции информирования по проблемам чернобыльской катастрофы». Ее реализация координировалась Департаментом МЧС Республики Беларусь. 2003 год ознаменовался созданием Российско-белорусского информационного центра и его белорусского отделения в структуре Института радиологии (БОРБИЦ). Появился свободный доступ к достоверной научной информации в Интернете. Специалисты там могут найти обзоры научных работ, выполненных в Беларуси, России и Украине и необходимые рекомендации. Для населения подготовлен ряд адаптированных для восприятия изданий и памяток. Восьмой год выходит ежемесячный электронный журнал «Возрождаем родную землю». Для проведения информационной работы открыты информационные кабинеты в райисполкомах пострадавших 21 района.

Весьма важно вовлечение сельских жителей в процесс самореабилитации как непременное условие оптимизации защитных мер и эффективный способ улучшения качества их жизни. Системная информационная работа способствует формированию доверия населения к органам власти и смягчению психологических последствий аварии. Данные социологических исследований, показывают: за последние годы доля граждан, попадающих в группу риска по степени психоэмоциональной напряженности, снизилась с 40% до 17% [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение окружающей среды может распространяться далеко за пределы страны, в которой произойдет ядерная авария глобальных масштабов, хотя вероятность такого события и невелика. Поэтому группа высококвалифицированных специалистов, детальный план неотложных аварийных мер по радиационной защите

населения, необходимые материально-технические ресурсы и государственный правительственный орган, ответственный за радиационную защиту населения должны быть подготовлены задолго до возможной ядерной аварии во всех странах, где имеются вероятные территориальные зоны воздействия АЭС.

Авария на АЭС «Фукусима Даichi» показала необходимость тщательного анализа всех этапов проведения защитных мер. Ряд уроков Чернобыля, усвоенных в Японии, способствовали своевременной и оперативной эвакуации населения из 20 км зоны АЭС, системы мер по предотвращению попадания радиоактивного йода (¹³¹I) в организм человека, дезактивации населенных пунктов и почв. Однако и японские специалисты не избежали некоторых ошибочных решений, известных из опыта ликвидации последствий чернобыльской аварии, таких как попытка фитомелиорации почв или удаление подстилки при дезактивации леса.

Контрмеры на ранней фазе Чернобыльской аварии (1986) были в целом правильными, но эффективность их была невысокой, вследствие недостатка материально-технических ресурсов и дефицита знаний у многих специалистов и работников местных органов управления, несвоевременного информирования сельских жителей, особенно владельцев личных подсобных хозяйств. В дальнейшем проведенные защитные меры в АПК были высокоэффективными, предотвратили около 40% коллективной внутренней дозы облучения населения. Уже ряд лет зерно, картофель, овощи производятся с содержанием ¹³⁷Cr значительно ниже допустимого уровня.

Доля молока с превышением норматива по содержанию ¹³⁷Cr сократилась до незначительных величин, как в общественном секторе, так и в личных подсобных хозяйствах. Создан фундамент плодородия почв для гарантии производства нормативно-чистых продуктов питания на перспективу.

Велика роль международного сотрудничества в приобретении научных знаний и практического опыта специалистами для обеспечения радиационной безопасности и повышения

качества жизни граждан, проживающих на загрязненных территориях. Много успешных международных проектов было осуществлено в Беларуси, России и Украине после Чернобыля.

Государство играет ведущую роль в минимизации рисков и предотвращении негативных последствий социально опасных технологий. Поэтому за пять лет до начала строительства Белорусской АЭС организована подготовка инженеров различных специальностей по ядерной и радиационной безопасности в четырех университетах. Важно обеспечить высокий уровень подготовки специалистов, что, в свою очередь, требует повышения престижа науки в современном обществе.

Формирование позитивной постчернобыльской культуры предполагает как наличие определенного уровня знаний у каждого человека, так и достоверной, системной информации. Ограничения и задержки части сведений о содержании радионуклидов в окружающей среде и продуктах питания, которые имели место в первые годы после аварии, способствовали распространению недоверия к официальной информации и ошибочному ассоциированию многих болезней с воздействием облучения. Организация системной работы Российско-белорусского информационного центра и его сети в районах способствует повышению уровня радиоэкологических знаний и формированию доверия населения к органам власти, смягчению психологических последствий аварии, вовлечению сельских жителей в процесс самореабилитации и улучшению качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почв как тип их деградации /Р.М. Алексахин // Почвоведение, 2009, № 12, С. 1487-1498.
2. Алексахин Р.М. Радиоэкологические аспекты реабилитации сельского хозяйства после аварии на АЭС «Фукусима Даичи»/Р.М. Алексахин, В.Г. Сычев//Плодородие, №4,2013, С.2-6.
3. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии // Науч. рук. Ю.А. Израэль. - Люксембург: Бюро по официальным изданиям Европейской Комиссии, 1998. - 108 с.
4. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларусь/Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. - Москва-Минск: НИА- Природа, 2009.-140 с.
5. Богдевич И.М. Эффективность применения минеральных удобрений под клевер луговой на загрязненной радионуклидами дерново-подзолистой почве/ И.М. Богдевич, Ю.В. Путятин, Т.М. Серая, А.В. Малышко//Агрохимия, 2004, №8, с. 43-47.
6. Богдевич И.М. Итоги и перспективы агрохимических защитных мер на загрязненных радионуклидами землях Беларуси // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларуси Сер. аграр. навук. 2011. № 3.С.27-39.
7. Дрозд В.М. Уроки Чернобыля и Фукусимы: вопросы йодной профилактики. Международный фонд «Арника», БЕЛМАПО, Минск, 2011.-8с.
8. Методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь / Богдевич И.М., Василюк Г.В., Лапа В.В. и др,- Минск: БелНИИПА, 1992.- 26 с.
9. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий/под ред. Н.Н. Цыбулько. Минск: Институт радиологии, 2011.438 с.
10. Путятин Ю.В. Минимизация поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческую продукцию/ Ю.В. Путятин. - Минск: РУП Институт почвоведения и агрохимии, 2008 - 255 с.
11. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; сост. И.М. Богдевич [и др.]; - Минск, 2003. - 72.
12. Степин В. С. Философия науки и техники/ В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. М. 1996.
13. Чернобыльская катастрофа: эффективность мер защиты населения, опыт международного сотрудничества/

- Пристер Б.С., Алексахин Р.М. и др.- Киев: Украин. ядерное общество, 2007 - 64с.
14. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск, 2011 - 90с.
15. Bergmann W. Nutritional disorders of plants. G. Fisher. New York. 1992. 741 p.
16. Bogdevitch, I. Countermeasures on natural and agricultural areas after Chernobyl accident/1. Bogdevitch, N. Sanzharova, B. Prister, S. Tarasiuk// Role of GIS in Lifting Cloud of Chernobyl: Kolejka J.(ed.), Kluwer Academic Publishers, 2002,147-158.
17. Bogdevitch I. Yield and quality of spring wheat grain in relation to P-status of Luvisol loamy sand soil and fertilization/1. Bogdevitch, V. Mikulich //Agricultural sciences, 2008. T15. No 4. P.47-54.
18. IAEA. International Atomic Energy Agency. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group "Environment" (EGE). Vienna, IAEA; 2006. [166 p].
19. Homma T. Emergency preparedness for a severe nuclear accident - Lessons learned from the Fukushima accident. KSR workshop 2012. Zahnmedizinische Klinik der Universitat Bern.p.2-37.
20. Kamada N. Radiation doses among residents living 37 km northwest of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant/N. Kamada, O. Saito et al.11 Journal of Environmental Radioactivity V.110, 2012: 84-89.
21. Fesenko, S.V. Twenty years' application of agricultural countermeasures following the Chernobyl accident: lesson learned/ S.V. Fesenko. R. M Alexakhin et al. // Journal of Radiological Protection. No 26 (2006) 351-359.

РЕЗЮМЕ

В статье представлен критический анализ трех этапов защитных мер в Беларуси за время после аварии на ЧАЭС. Показана их эффективность в агропромышленном комплексе республики. В результате проведенных работ, а также природных процессов распада, сорбции и миграции радионуклидов переход ^{137}Cs по пищевым цепям снизился в 20-22 раза, а ^{90}Cs - более 4 раз. Повышено плодородие пахотных и луговых почв для гарантии

производства нормативно чистых продуктов питания. Рассматривается необходимость углубления и распространения знаний и практического опыта по проблемам радиоэкологии в обществе как необходимого элемента современной культуры и ответственности перед ныне живущими и будущими поколениями.

Иосиф Богдевич

Источник: Белая вежа. — 2016. — № 4. — С. 107 - 119.