



– предприятий, на долю которых приходится до 76% суммарных выбросов диоксида серы в г. Гомеле. Медленное снижение содержания сульфат-иона в снежном покрове в восточном, западном и южном направлениях, по-видимому, обусловлено постепенным осаждением соединений серы по мере продвижения воздушных масс по основному направлению розы ветров (в юго-восточном направлении). Более резкое падение значений при перемещении на север – результат сезонного распределения ветров, резко ограничивающего влияние промышленных предприятий.

Высокое содержание сульфатов в снежном покрове окрестностей г.Гомеля, при сравнении с фоновыми концентрациями, связано в первую очередь с возрастанием потребления топлива в отопительных котельных ТЭЦ, а также с тем, что в холодный период года происходит увеличение повторяемости приподнятых инверсий температуры, которые снижают скорость перемещения воздушных масс и увеличивают выпадение сульфат-ионов вблизи источников выброса.

Таким образом, по типичным концентрациям диоксида серы в снежном покрове, в целом отражающим содержание поллютанта в атмосфере, район г. Гомеля относится к высокоурбанизированной территории, при этом содержание серы в атмосферном воздухе полностью обусловлено антропогенной эмиссией, а ее распределение – расположением промышленных предприятий и розой ветров.

### Литература

1. Кислотные дожди / Израэль Ю.А. и др.–Л.: Гидрометеиздат, 1989.– 270с.
2. РД 52.04.86-89. (руководящий документ). Методические указания по определению химического состава осадков // Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991.

## ПРОБЛЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ

Булавик И.М., Переволоцкий А.Н.

*Институт леса Национальной Академии Наук  
Республики Беларусь, Гомель, Республика Беларусь*

PROBLEMS OF REHABILITATION OF RADIATION-CONTAMINATED FORESTS IN BELARUS. The paper reports potential forestry objects to be rehabilitated. Measures which are being offered to decrease radioactivity levels in timber and forest-derived foodstuffs are analyzed. The authors arrive at the conclusion that in the foreseeable future the only means to decrease radioactivity in forest ecosystems will be self-decontamination through the decay of radioactive isotopes.

Теоретически потенциальными объектами для реабилитации в системе лесного хозяйства являются леса, в которых нельзя получить продукцию с нормативным содержанием радионуклидов.

С целью заготовки спелой древесины – это леса в Ш зоне радиоактивного загрязнения ( $15-40 \text{ Ки/км}^2$ ) с общей площадью 159,0 тыс. га, в т.ч. спелых около 6,5 тыс. га с запасом древесины около 1,5 млн. м<sup>3</sup>, и в У зоне (свыше 40 Ки/км<sup>2</sup>) общей площадью 27,3 тыс. га, в т.ч. спелых около 700 га с запасом древесины 0,15 млн. м<sup>3</sup>. Безусловно, в первую очередь под реабилитацию должны попадать спелые и приспевающие насаждения.

Общая площадь лесов с плотностью загрязнения свыше 2 Ки/км<sup>2</sup>, являющаяся потенциальным реабилитационным объектом для заготовки съедобных грибов и лесных ягод, составляет около 1,0 млн. га. Однако учитывая, что не во всех типах леса произрастают съедобные грибы и дикорастущие ягодники, эта площадь уменьшится в несколько раз.

Под категорию реабилитируемых следует отнести и земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования и переданные в ведение лесного хозяйства ввиду невозможности получения на них нормативной сельскохозяйственной продукции.

Лесные насаждения в силу своей специфичности оказались слабым звеном в природно-растительном комплексе, в которых трудно, а порой и невозможно проводить целенаправленные мероприятия по дезактивации и уменьшению поступления радионуклидов в лесную продукцию. На сельскохозяйственных угодьях широко используется такой агротехнический прием, как глубокое захоронение путем специальной вспашки наиболее загрязненного радионуклидами поверхностного слоя, который позволяет в несколько раз уменьшить содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и одновременно снизить гамма-излучения. Однако, в уже существующих лесных насаждениях такой прием не пригоден. Его можно использовать на вышедших из-под сельскохозяйственного пользования землях и предназначенных для облесения. Однако, сплошная вспашка может ухудшить радиационную ситуацию в связи с возможностью повышения водной и ветровой эрозии почвы. На таких землях предпочтительнее использовать технологию создания лесных культур путем посадки саженцев на дно широких борозд, создаваемых лесными плугами ПКЛ-70 или ПЛП-135. Опыт показал, что даже спустя 15 лет после посадки саженцев по такой технологии накопление радионуклидов в биомассе деревьев до 10 раз меньше, чем без обработки почвы.

Существенное улучшение радиационной обстановки в лесах можно достичь путем удаления лесной подстилки и верхнего (0-2 см) слоя почвы. Проведенные опыты показали, что уровень загрязнения почвы снизился на два порядка, а кратность снижения плотности бета-частиц, мощности экспозиционной дозы и мощности поглощенной дозы составила 22, 13 и 8 раз. К сожалению, дезактивация леса таким способом возможна лишь на ограниченных участках, так как это мероприятие очень трудоемко (1500 чел-час/га) в связи с отсутствием средств механизации, а при его выполнении необходимо собрать, вывести и захоронить не менее 30 тонн растительной массы с каждого гектара. Причем, наиболее эффективно это мероприятие в первые годы после выпадения радиоактивных осадков, когда основное количество радионуклидов находится в подстилке.

Применение минеральных и органических удобрений с целью уменьшения накопления радионуклидов в древесине вновь создаваемых лесов, на наш взгляд, малоперспективно, так как это мероприятие наиболее эффективно для растений, рост и развитие которых протекает в течение одного вегетационного периода, к которым относятся в основном сельскохозяйственные культуры. Период выращивания наиболее ценных в хозяйственном отношении древесных пород



длится 80-100 лет, в течение которого необходимо вносить 15-20 раз калийные удобрения в повышенных дозах, что в сильной степени отразится на экономической эффективности этого мероприятия. В то же время, через 80-90 лет после посадки леса до его рубки пройдет три периода полураспада  $^{137}\text{Cs}$  и за этот время плотность загрязнения почв уменьшится в 8 раз, а мощность экспозиционной дозы не менее, чем в 10 раз и, следовательно, внесение минеральных удобрений будет нецелесообразным.

Использование минеральных удобрений в приспевающих и спелых насаждениях перед их рубкой также будет неэффективно по следующим причинам:

-во-первых, одно-трехразовое внесение минеральных удобрений в очень малой степени окажет влияние на снижение содержания уже накопленных в древесине радионуклидов, так как ежегодный прирост древесины в спелых насаждениях составляет 1-2% от объема ствола, и даже если вновь прирастающая древесина будет абсолютно чистой от радионуклидов, то она не может существенно уменьшить удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  в древесине всего ствола;

-во-вторых, при внесении минеральных удобрений радиационная обстановка в лесах не улучшится, так как мощность экспозиционной дозы и плотность загрязнения почв радионуклидами не уменьшится.

О нецелесообразности в настоящее время производить затраты на эти мероприятия говорит и тот факт, что в последние годы расчетная лесосека в чистых лесах полностью не используется в связи с уменьшением спроса на древесину. Только за прошлый 2001г., по данным Комлесхоза, расчетная лесосека оказалась недоиспользованной на 1,3 млн. м<sup>3</sup>.

Внесение минеральных удобрений в загрязненных лесах с целью получения чистой пищевой продукции также, видимо, нецелесообразно. На наш взгляд, более правильно будет восполнять потери лесной пищевой продукции, вызванной радиоактивным загрязнением лесных экосистем, выращиванием грибной и ягодной продукции в регулируемых условиях и на специализированных плантациях.

К сожалению, других приемов и способов по снижению накопления радионуклидов в лесной продукции пока нет. Проводимые в этом направлении опыты носят скорее научный, чем практический характер.

Снижение удельной активности лесной продукции возможно при ее переработке. После продольной распиловки крупных сортиментов удельная активность обрезных досок уменьшается в 3-4 раза. Отваривание съедобных грибов в течение 30-40 минут способствует снижению в них содержания  $^{137}\text{Cs}$  в 5-7 раз. При изготовлении сока из лесных ягод содержание этого радионуклида уменьшается в 2-5 раз по сравнению с исходным сырьем, а перетирание ягод с сахаром и приготвление джемов и варенья уменьшает удельную активность конечного продукта в 1,5-2,0 раза. Имеются сообщения о снижении в десятки раз содержания  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  в целлюлозе, картоне и бумаге по отношению к исходной древесине.

Таким образом, ускорить процесс самоочищения лесов предлагаемыми в настоящее время методами в большинстве случаев представляется экологически и экономически не целесообразным. В обозримой перспективе единственным путем снижения загрязненности лесных экосистем является их самоочищение в результате естественного радиоактивного распада радионуклидов. Основными задачами лесного хозяйства в этот период является усиление экологической роли леса, как биогехимического барьера, препятствующего выносу радионуклидов за пределы загрязненных территорий; охрану лесов от пожаров; обеспечение радиационной безопасности работников лесного хозяйства и населения при посещении лесов и пользовании лесной продукцией; проведение радиационного мониторинга в лесах и на объектах лесохозяйственной деятельности; радиационный контроль лесной продукции на всех этапах ее производства и реализации.

## ОБ ЭФФЕКТАХ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Булко Н.И., Шабалева М.А., Старовойтова Т.В.

*Институт леса Национальной Академии Наук  
Республики Беларусь, Гомель, Республика Беларусь*

*ON THE EFFECTS ATTENDANT ON THE DECREASE OF THE RADIONUCLIDE CONTENTS IN WOODY PLANTS. Our experiment on the study of migration and accumulation of radiocesium in woody plants performed on radiation-contaminated forest soils within the greenhouse experiment/microfield experiment/natural forest stand system shows that it is quite possible to influence markedly on the  $^{137}\text{Cs}$  migration within the soil/woody plant system by the purposeful action on water and nutritive regimes of bogs. When fertilizers are applied, a decrease in the  $^{137}\text{Cs}$  contents in woody plants and an increase in growth indices are observed, these being attended with antagonism, dissolution, binding and maximization effects.*

Результатом беспрецедентной по масштабам Чернобыльской катастрофы явилось загрязнение огромных лесных территорий Республики Беларусь, значительная часть которых в настоящее время практически выключена из хозяйственной деятельности. Для их реабилитации требуется разработка методов снижения накопления радионуклидов древесными растениями, в основе которых лежит воздействие человека на эдафические факторы роста. Наиболее приемлемыми в практическом отношении являются регуляция водного и пищевого режимов лесных насаждений. Изучение механизмов подобного воздействия показало, что существует несколько наиболее значимых эффектов, сопровождающих снижение накопления радионуклидов древесными растениями, условно названные эффектами «антагонизма», «разбавления» [1], «связывания» [3], «максимизации».

Эксперименты проводились на радиоактивно загрязненных землях Ветковского спецлесхоза с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  1,5-2,5 КБк/м<sup>2</sup> и включали 3 последовательные стадии: вегетационный опыт – микрополевой опыт – взрослое насаждение.