

причин, затрудняющих создание условий для нормального развития людей и улучшения их здоровья.

Список литературы

1 **Осипенко, Г. Л.** Мобильные источники как фактор влияния на состояние растительных организмов / Г. Л. Осипенко // Среда, окружающая человека : природная, техногенная, социальная : материалы XII Междунар. науч-практ. конф. (Брянск 28 апр. 2023 г.) / Брянский государственный инженерно-технологический университет ; отв. ред. Г. В. Левкина. – Брянск, 2023. – С. 80–81.

2 **Беднягин, А. М.** Окружающая среда и здоровье населения Гомельской области / А. М. Беднягин // Молодые исследователи – регионам : материалы Междунар. науч. конф. (Вологда, 19 апр. 2022 г.) : в 3 т. Т. 1 / М-во науки и высшего образования Российской Федерации и др. ; гл. ред. М. М. Караганова. – Вологда : ВоГУ, 2022. – С. 338–340.

ATMOSPHERIC AIR POLLUTANTS AS A FACTOR OF INFLUENCE ON THE INCIDENCE OF THE POPULATION

A. N. ERMAK, G. L. OSIPENKO

Gomel State University named after F. Skorina, Republic of Belarus

УДК 628.35

МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. Ф. КАРПЕНКО

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,

Республика Беларусь

kaf51@list.ru

Актуальность. В результате мониторинга радиоактивного загрязнения, проводимого после катастрофы на ЧАЭС, установлено, что радиоактивные осадки выпали на территории Беларуси, России и Украины площадью более 125 тыс. км². Из них 46 тыс. км² (22 % от общей площади), в том числе 19 тыс. км² сельскохозяйственных земель, 20 тыс. км² земель лесного фонда, радиоактивно загрязненных ¹³⁷Cs с содержанием в почве более 1 Ки/км² на территории Беларуси [1]. Радиоактивные осадки были обнаружены на землях 59 районов Беларуси. В осадках наиболее распространенным радионуклидом установлен ¹³⁷Cs с периодом полураспада 30 лет.

На загрязненной ¹³⁷Cs выше 37 кБк/м² (1,0 Ки/км²) территории земли сельскохозяйственного назначения составили 1866 тыс. га (около 20 % их общей площади), в том числе 1725 тыс. га имели плотность загрязнения 37–555 кБк/м² (1–15 Ки/км²), 141,0 тыс. га – 555–1480 кБк/м² (15–40 Ки/км²) и выше [2].

Плотность выпадений ^{90}Sr выше $5,55 \text{ кБк/м}^2$ ($0,15 \text{ Ки/км}^2$) определена на площади $21,1 \text{ тыс. км}^2$ Гомельской и Могилевской областей, что составило более 10% территории республики. Прежде чем данные радионуклиды перейдут в положение неопасных для человека и животных требуется, чтобы для этого прошло не менее $6\text{--}10$ периодов полураспада [1].

Загрязнение территории изотопами $^{238}, ^{240}, ^{241}\text{Pu}$ и ^{241}Am произошло на площади около $4,0 \text{ тыс. км}^2$, или 2% . Это в основном земли Гомельской области (6 районов) и существенно меньшая территория Могилевской области (1 район) [3].

В настоящее время радиологическая обстановка обусловлена наличием и действием в окружающей среде таких долгоживущих изотопов как ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238}, ^{240}, ^{241}\text{Pu}$, ^{241}Am .

Чернобыльское техногенное загрязнение в Беларуси повлекло за собой целый ряд экологических, экономических и социальных проблем. Решение данных проблем во многом планируется и осуществляется на основании данных изучения радиационной обстановки, складывающейся в экосистемах на территории республики.

Цель работы – оценить данные мониторинга радиоактивного загрязнения экологических систем в Беларуси.

Основные результаты. В утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 159 от 22 марта 2021 г. шестой Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы (Госпрограмма) определены ее такие основные цели: социальная защита населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС; обеспечение требований радиационной безопасности и ускоренное социально-экономическое развитие и возрождение загрязненных радионуклидами территорий [4].

На осуществление 76 мероприятий Госпрограммы в 2021 г. было направлено $551,4 \text{ млн рублей}$ и в полном объеме выполнено 65 мероприятий, или 85% , от утвержденных [5]. Средства направлялись на предоставление льгот и выплат компенсаций пострадавшим от катастрофы гражданам, бесплатное питание учащихся, получающих общее базовое и общее среднее образование и проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, пострадавших от чернобыльской катастрофы за счет средств Госпрограммы прошли санаторно-курортное лечение и оздоровление ($84,1 \text{ тыс. человек}$).

В сельскохозяйственном производстве радиационному обследованию было подвергнуто $341,4 \text{ тыс. га}$ используемых земель, направлено на выполнение защитных агрохимических мер $69,0 \text{ млн рублей}$. Благодаря выделенным средствам в агросектор было поставлено $21,0 \text{ тыс. т}$ фосфорных и $63,5 \text{ тыс. т}$ действующего вещества калийных удобрений, которые были внесены соответственно на площади $535,3 \text{ тыс. га}$ и $589,4 \text{ тыс. га}$ на загрязненных радионуклидами землях. Кроме этого, в течение года произвесткованы кислые

почвы на площади 21,5 тыс. га. Для аграриев были выполнены ремонтно-эксплуатационные работы на внутривозделанных мелиоративных сетях протяженностью 1,3 тыс. км. Для молочного скота личных подсобных хозяйств в загрязненных районах создано 100,7 га и проведены уходные работы, включающие приобретение и внесение азотных удобрений, на 535,5 га ранее созданных улучшенных луговых земель.

В лесном хозяйстве обеспечивалось функционирование подразделений радиационного контроля: ремонт, обслуживание, поверка приборов и оборудования, аккредитация 2 подразделений радиационного контроля.

С целью выполнения радиоэкологического законодательства в Гомельской и Могилевской областях произведено захоронение 884 подворий и капитальных строений, а также обслуживание 86 пунктов захоронения отходов дезактивации. В рамках научного обеспечения Госпрограммы выполнялись работы по 17 темам 8 организациями-исполнителями, заказчиками которых выступали МЧС, Минздрав и НАН Беларуси.

Сотрудниками ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси» для специалистов сельскохозяйственных организаций в пострадавших районах Гомельской, Могилевской и Брестской областей организованы и проведены обучающие радиоэкологические семинары.

Одновременно с тем, что приведено выше и выполняется, в Госпрограмме большое внимание уделяется организации и проведению мониторинга радиоактивного загрязнения территории страны. Ответственность за его организацию и проведение возложена на Белгидромет. Службами Белгидромета проводится ежегодный радиационный мониторинг атмосферного воздуха, ненарушенных участков почвы, поверхностных и подземных вод в районах воздействия потенциальных источников радиоактивного загрязнения и на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС. В настоящее время из 120 пунктов наблюдений радиационного мониторинга на территории Республики Беларусь функционирует 41 пункт наблюдений атмосферного воздуха. Среди показателей данного мониторинга для выявления аварийных ситуаций суточные пробы атмосферного воздуха, отобранные в районах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, подвергаются анализу на содержание короткоживущих продуктов распада, и в первую очередь йода-131.

Так, в 2022 г. самые высокие уровни мощности дозы зарегистрированы в городах Брагине и Славгороде, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения. Здесь мощность дозы соответственно колебалась в диапазоне от 0,39 до 0,54 мкЗв/ч и от 0,16 до 0,21 мкЗв/ч. В остальных точках наблюдений мощность дозы не превышала 0,20 мкЗв/ч или уровень естественного гамма-фона [6]. В динамике наблюдений отмечается, что мощность дозы гамма-излучения в послеаварийные годы постепенно снижается за счет естественного распада цезия-137 и его заглубления в почвах. Случаев обнаружения йода-131 в пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы

на территории республики в течение года не установлено. Запуск в работу двух блоков Белорусской АЭС также не оказал негативного влияния на радиационную обстановку окружающей среды.

Радиационный мониторинг поверхностных вод проводится в 16 местах, из которых 6 находятся на крупных и средних реках Беларуси, водосборы которых подверглись радиоактивному загрязнению, 6 – на трансграничных участках водных объектов и 1 на оз. Дрисвяты, которое являлось водоемом-охладителем Игналинской АЭС, и 3 вокруг размещения Белорусской АЭС.

Наблюдения за радиоактивным загрязнением донных отложений организованы на 9 точках. В отобранных пробах воды и донных отложений определяется содержание цезия-137 и стронция-90. Так, в 2022 г. содержание цезия-137 в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 2 до 4 Бк/м³; в р. Днепр (г. Речица) – от 2 до 56 Бк/м³; в р. Сож (г. Гомель) – от 2 до 22 Бк/м³; в р. Ипать (г. Добруш) – от 9 до 32 Бк/м³; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 6 до 13 Бк/м³.

Содержание стронция-90 в 2022 г. в р. Припять (г. Мозырь) колебалось от 6 до 11 Бк/м³; в р. Днепр (г. Речица) – от 3 до 42 Бк/м³; в р. Сож (г. Гомель) – от 3 до 31 Бк/м³; в р. Ипать (г. Добруш) – от 11 до 32 Бк/м³; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 8 до 31 Бк/м³ [6].

Радиационный мониторинг почв с периодичностью 1 раз в 5 лет проводится на специальной сети реперных площадей и ландшафтно-геохимических полигонов. Мониторинг включает определение: мощности дозы на поверхности почвы и на высоте 1 м, содержание цезия-137 и стронция-90 в почве и их распределение по вертикальному профилю почв. Например, в 2022 г. наблюдения были проведены на 8 реперных площадях и 6 ландшафтно-геохимических полигонах [6].

Мониторинг радиоактивного загрязнения территории республики свидетельствует, что за прошедшие почти тридцать восемь лет после аварии из-за естественного распада радионуклидов плотности их концентрации в почве существенным образом уменьшились. Это один из важнейших положительных процессов, благодаря которому радиоактивная напряженность будет уменьшаться и дальше. В послеварийное время количество загрязненных земель ежегодно сокращается. За период времени с 1991 по 2021 г. (30 лет) количество таких сельскохозяйственных земель в республике сократилось на 525,8 тыс. га, или на 38,9% [1]. Среднегодовое снижение площадей составило 17,5,0 тыс. га, или по 1,3% от загрязненной площади в 1991 г. За данный отрезок времени в Гомельской области из 781,6 тыс. га в разряд не загрязненных переведено 285,9 тыс. га, в Могилёвской области – соответственно 360,6 тыс. га и 116,1 тыс. га. При сохранении таких темпов сокращения числа загрязненных земель и в будущем для полного их перевода в чистые ещё потребуется в Гомельской области 52 года, в Могилёвской области 63,2 года. Пока же, на начало 2021 г., самые большие массивы сельскохозяйственных

земель в количестве 495,7 тыс. га (60 %) в Гомельской и 244,5 тыс. га (29,6 %) в Могилевской областях продолжали оставаться в разряде радиационно-опасных.

В отношении лесных земель показано, что за шестилетний период, с 2015 по 2021 г., количество загрязненных площадей сократилось на 162,4 тыс. га или происходило ежегодное их уменьшение на 16,8 тыс. га, или на 1,7 %. В лесном хозяйстве Гомельской области количество загрязненных земель снизилось с 1119,8 тыс. га до 1039,3 тыс. га, в Могилевской – с 419,7 до 376,1 тыс. га. Расчёты свидетельствуют, что для полного избавления лесов от радиоактивного загрязнения в Гомельской области необходимо около 78 лет, Могилевской области – около 52.

Выводы. В настоящее время в Беларуси выполняется шестая Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы. В рамках данной программы выделяются средства для проведения радиационного мониторинга. Как свидетельствуют результаты мониторинга, радиационная обстановка в основных экосистемах на территории Беларуси сохраняется постоянной. В атмосферном воздухе не отмечается случаев превышения показателей мощности дозы над установившимися многолетними значениями, а также объемной активности цезия-137 и стронция-90 в поверхностных водах рек, в почвах наблюдается постепенное снижение мощности дозы, преимущественно за счет естественного распада цезия-137.

Список литературы

1 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. [Электронный ресурс]. – Минск, 2021. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа : 28.02.2024.

2 **Богдевич, И. М.** Влияние радиоактивного загрязнения земель Беларуси на производство и качество сельскохозяйственной продукции / И. М. Богдевич, В. А. Щербаков // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – № 1. – С. 30–34.

3 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад / Комитет по проблемам преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь; под ред. В. Е. Шевчука, В. Л. Гурачевского. – Минск, 2006. – 112 с.

4 О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 159 от 22 марта 2021 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100159>. – Дата доступа : 28.02.2024.

5 Отчет о выполнении в 2021 году мероприятий Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://chernobyl.mchs.gov.by/upload/iblock/e61/otchet-o-gosprogramme-za-2021-god.pdf>. – Дата доступа : 28.02.2024.

6 Радиационный мониторинг. ГИАЦ НСМОС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.nsmos.by/environmental-monitoring/radiacionnyy-monitoring>. – Дата доступа : 28.02.2024.

MONITORING OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

A. F. KARPENKO

Francisk Skorina Gomel State University, Republic of Belarus

УДК 648.6

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

П. А. КЛЕБЕКО

*Центральный научно-исследовательский институт комплексного
использования водных ресурсов, г. Минск, Республика Беларусь
pavkle@mail.ru*

Актуальность. Ранее нами были представлены исследования по синтезу каталитического покрытия на инертных гранулированных материалах для использования в фильтрах обезжелезивания подземных вод [1–3]. В качестве источника железа использовались осадки очистки промывных вод фильтров обезжелезивания [4, 5].

Цель работы – разработать технологическую схему получения каталитических материалов для повышения эффективности очистки подземных вод от железа.

Основные результаты Технологическая схема получения модифицированной каталитической загрузки представлена на рисунке 1. Исходя из времени проведения основных процессов и подготовительных работ, было принято проводить 2 цикла в день, т. е. время от подготовки реагентов и до выгрузки готового продукта. Первая стадия технологии включает при-готовление раствора прекурсора железа. Данная стадия включает процессы выщелачивания и фильтрации. Выщелачивание железа из осадков обезжелезивания проходит в емкостном аппарате 7, куда из бункера 2 дозируется воздушно сухой осадок и из емкости 1 разбавленная азотная кислота с концентрацией 20 %. С учетом влажности поступающего осадка можно предусмотреть корректировку концентрации азотной кислоты.

Рекомендуемое время контакта осадка с кислотой при постоянном перемешивании составляет 1 час. После окончания процесса выщелачивания смесь поступает на фильтрацию на нутч-фильтр периодического действия 8. Фильтрат (прекурсор железа) направляется в емкость 7. Вторая стадия – модификация загрузки за счет синтеза на ее поверхности железосодержащего каталитического слоя. Для этого готовится раствор прекурсоров: раствор выщелачивания, содержащий преимущественно нитрат железа и восстановитель (7), в качестве которого предлагается использовать лимонную кислоту. Соотношение окислителя (нитрат железа) к восстановителю (лимонная кислота) равно 1 : 1 (стехиометрические). Данная смесь перемешивается в смесителе 7 до полного