

DOI: 10.21870/0131-3878-2021-30-3-21-31

УДК 614.876:631.438:631.434.54

Прогноз возможности возврата в сельскохозяйственный оборот земель Могилёвской области Республики Беларусь, выведенных в связи с высоким радиоактивным загрязнением

Мерзлова О.А.

ГНУ «Научно-исследовательский экономический институт Минэкономики Республики Беларусь»,
Минск, Беларусь;
Могилёвский филиал РНИУП «Институт радиологии», Могилёв, Беларусь

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС из сельскохозяйственного оборота в Республике Беларусь было изъято 265 тыс. га земель. Впоследствии более 75% из них были переданы лесохозяйственным и природоохранным организациям. Остальная часть данных территорий остаётся неиспользуемой. Эколого-экономическая оценка целесообразности возврата земель Могилёвской области в сельскохозяйственное производство на основе результатов комплексной инвентаризации 2014-2016 гг. показала, что это возможно лишь в отношении 23% площади. Однако процесс радиоактивного распада позволяет прогнозировать дальнейшее улучшение радиологической обстановки и расширение возможности вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых земель, признанных ранее радиоактивно опасными. В связи с этим в статье представлен долгосрочный прогноз изменения параметров радиоактивного загрязнения локальных участков сельскохозяйственных земель и показаны перспективы их дальнейшего пахотного и лугового использования.

Ключевые слова: радионуклиды, ^{137}Cs , ^{90}Sr , удельная активность, плотность загрязнения, распад изотопа, прогноз, сельскохозяйственное производство, категории пригодности, пахотное использование, луговое использование.

Введение

В первое пятилетие после аварии на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь были приняты кардинальные меры, направленные на радиационную защиту населения. Наиболее масштабными из них, затронувшими одновременно производственную и социальную сферы, стали отселение жителей и ограничение хозяйственной деятельности на территориях с высокими уровнями радиоактивного загрязнения. Потеря трудовых ресурсов, невозможность производства сельскохозяйственной продукции в соответствии с гигиеническими нормативами повлекла за собой исключение из сельскохозяйственного оборота значительной площади земель – 265 тыс. га [1, 2].

За время, прошедшее после чернобыльской катастрофы, в результате автореабилитационных процессов плотность радиоактивного загрязнения почв снизилась вдвое, уменьшилась биологическая доступность ^{137}Cs . Это стало основанием для оценки возможности их возврата в оборот. В этой связи сотрудниками Могилёвского филиала, включая автора статьи, и головной организации РНИУП «Институт радиологии» в 2014-2016 гг. осуществлена всесторонняя инвентаризация ранее выведенных из оборота земель Гомельской и Могилёвской областей. Она включала уточнение местоположения участков и производственно-территориальных характеристик, культуртехническое и радиологическое обследование.

Кроме того, была разработана методология оценки возможности возврата в сельскохозяйственный оборот земель, ранее признанных радиационно опасными. Ключевой составляющей методологии являются система радиологических и производственно-экономических критериев и показателей, методика эколого-экономической оценки с необходимым инструментарием [2].

Мерзлова О.А. – науч. сотрудник ГНУ «НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь».
Контакты: 212030, Республика Беларусь, Могилёв, ул. А. Пысина, 35-63. Тел.: +375(29)7438746; e-mail: O-Merzlova@yandex.ru.

Установлено, что наиболее загрязнённые радионуклидами земли из их числа, расположенные в радиусе 30-км зоны (зоны отчуждения) от Чернобыльской АЭС, переданы Полесскому государственному радиационно-экологическому заповеднику (37%). Другая часть, не имевшая перспективы возврата для сельскохозяйственного использования в долгосрочном периоде, передана для ведения лесного хозяйства (39%). Остальная часть земель (50 тыс. га) вплоть до 2014 г. оставалась в запасе районных и сельских исполнительных комитетов, сельскохозяйственных организаций (на начало 2021 г. 48 тыс. га) [1].

В числе земель, выведенных из оборота как радиационно опасные и неиспользуемых до настоящего времени, 11 тыс. га расположены на территории Могилёвской области. Их комплексная оценка, проведённая на основании результатов инвентаризации, показала, что по состоянию на 2014-2016 гг. для реабилитации пригодно 2503 га, или 22,8% [3].

Данный результат получен с учётом как радиологических факторов (мощность AMBIENT-ного эквивалента дозы γ -излучения (МАЭД), плотность загрязнения почв радионуклидами в совокупности с почвенными характеристиками), так и производственно-экономических (удалённость участков, культуртехническое состояние, потенциальное направление использования). Анализ составляющих оценки, полученных по итогам обследования, свидетельствует, что критериям радиологической безопасности не удовлетворяли 3328 га при пахотном направлении использования участков (без учёта непригодных по естественно-хозяйственным характеристикам), 5584 га – при луговом использовании [2, 3].

Однако естественный процесс распада изотопов непрерывен и следует предполагать, что в отдалённой перспективе на данных участках появится возможность соблюдения норм радиационной безопасности персонала и производства сельскохозяйственной продукции и сырья, соответствующих гигиеническим нормативам. Данное исследование посвящено разработке долгосрочного прогноза возможности возврата в оборот участков, не соответствовавших радиологическим критериям, на момент их обследования.

Объекты и методы

Объектом исследований стали земли Могилёвской области, выведенные из сельскохозяйственного пользования в результате аварии на Чернобыльской АЭС, относящиеся к категории неиспользуемых. Следует отметить, что в оценке под пахотное использование не участвовали 5638 га (186 участков), расположенные в долине рек, а для обоих направлений использования не оценивались 868 га (232 участка) – овраги, неудобицы, потенциально непригодные для сельскохозяйственного использования. В общей сложности расчёты и оценка осуществлены в отношении 342 локальных участков бывших сельскохозяйственных земель общей площадью 10159 га, из них 4521 га под пахотное направление использования (табл. 1).

Таблица 1

Площади земель по эколого-экономической пригодности возврата при комплексном использовании в сельскохозяйственном производстве

Направление использования	Отрицательное решение, га				Положительное решение, га		
	всего	ограничивающие критерии			всего	в том числе	
		радиологические	экономические	в комплексе		равно пригодны	для одного направления
Пахотное	3417	2365	252	800	1103	936	167
Луговое	7619	3503	2324	1792	2236	936	1400
В целом	7655	3539	2324	1792	2503	936	1567

Примечание: из оценки пахотного использования исключены 5638 га поймы, из обоих направлений использования 868 га, не имеющих сельскохозяйственного потенциала.

Радиологическая оценка возможности возврата земель в сельскохозяйственное пользование проводилась на основании построения прогноза снижения удельной активности загрязнения почв ^{137}Cs и ^{90}Sr по данным радиологического обследования 2014-2016 гг. Использована формула радиоактивного распада изотопа (формула 1) [4, с. 209]:

$$\sigma(t) = \sigma_{\text{год}} \cdot \exp^{\frac{(-0,693 \cdot \Delta t)}{T_{1/2}}}, \quad (1)$$

$$\Delta t = t_n - t_0, \quad (2)$$

где $\sigma(t)$ – плотность загрязнения в прогнозируемый год, кБк/м^2 ; $\sigma_{\text{год}}$ – плотность загрязнения в год обследования, кБк/м^2 ; Δt – период, прошедший с года обследования до расчётного года, лет; $T_{1/2}$ – период полураспада (^{137}Cs – 30,17 лет, ^{90}Sr – 28,79 лет); t_n – расчётный год; t_0 – базовый год (год обследования).

Путём выражения из данной формулы t_n рассчитаны годы достижения фиксированных плотностей загрязнения почв ^{137}Cs и ^{90}Sr ($\sigma(t)$), являющиеся предельными для возврата земель в оборот для выделенных ранее категорий радиологической пригодности (ПДУ) (табл. 2) [2].

Таблица 2

Предельные плотности загрязнения почв радионуклидами для категорий пригодности земель (ПДУ= $\sigma(t)$)

Тип, гранулометрический состав почв	I – Использование без ограничений		II – Использование с незначительными ограничениями		III – Использование с сильными ограничениями	
	^{137}Cs , кБк/м^2	^{90}Sr , кБк/м^2	^{137}Cs , кБк/м^2	^{90}Sr , кБк/м^2	^{137}Cs , кБк/м^2	^{90}Sr , кБк/м^2
Пахотные земли						
Дерново-подзолистые супесчаные	259	3,7	333	8,1	370	8,1
Дерново-подзолистые песчаные	185	2,6	222	4,1	259	4,1
Дерново-подзолистые суглинистые	296	4,8	407	5,9	481	5,9
Торфяные (мощность торф. слоя <1 м)	111	18,5	111	30,8	222	30,8
Луговые земли						
Дерново-подзолистые супесчаные	-	-	222	11,1	370	11,1
Дерново-подзолистые песчаные	-	-	111	7,4	185	7,4
Дерново-подзолистые суглинистые	-	-	222	11,1	370	11,1
Торфяные (мощность торф. слоя <1 м)	-	-	74	48,1	111	48,1
Торфяные (мощность торф. слоя >1 м)	-	-	26	40,7	37	40,7

Примечание: для расчёта использованы коэффициенты перехода радионуклидов по наиболее критичной продукции: зерно гороха, ячмень, овощи, зелёная масса клевера и многолетних трав пойменных лугов [5, 6].

Следует отметить, что категория использований без ограничений включает земли с МАЭД до 0,2 мкЗв/ч с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs до 185 кБк/м^2 и (или) ^{90}Sr до 18,5 кБк/м^2 при гарантии соответствия всей растениеводческой продукции допустимым уровням республиканских нормативов и технического регламента Таможенного союза на пищевые продукты (РДУ-99, ТР ТС 021/2011, РДУ) (табл. 3) [5, 7, 8].

Таблица 3

Допустимые уровни содержания радионуклидов в целевых группах продукции

Вид продукции	I – Использование без ограничений		II – Использование с незначительными ограничениями		III – Использование с сильными ограничениями	
	^{137}Cs , Бк/кг	^{90}Sr , Бк/кг	^{137}Cs , Бк/кг	^{90}Sr , Бк/кг	^{137}Cs , Бк/кг	^{90}Sr , Бк/кг
Зерно	90	11,0	130	100	150	100
Картофель	80	3,7	-	-	-	-
Овощи	100	3,7	-	-	-	-
Зелёная масса	-	-	100	50	165	50

Категория – использование земель с незначительными ограничениями – допускает риск производства продукции на пищевые цели с повышенным содержанием ^{137}Cs и ^{90}Sr , но при этом обеспечивает производство без ограничений кормов для всех групп скота. Это достижимо при МАЭД 0,2-0,6 мкЗв/ч, плотности загрязнения ^{137}Cs не более 554 кБк/м² и (или) ^{90}Sr 37 кБк/м² с учётом характеристик почв. Данная категория земель в первую очередь ориентирована на обеспечение наиболее жёстких требований гигиенических нормативов, а именно содержание радионуклидов ^{137}Cs и (или) ^{90}Sr в говядине в соответствии с ТР ТС 021/2011 [7]. При производстве продукции с повышенными коэффициентами накопления радионуклидов данные величины возрастают до ПДУ, приведённых в табл. 2.

Характеристиками земель с возможностью использования с сильными ограничениями являются МАЭД 0,2-0,6 мкЗв/ч, плотностью загрязнения почв ^{137}Cs не более 1479 кБк/м² и (или) ^{90}Sr 110 кБк/м². Критическим уровнем загрязнения является возможность заготовки кормов для производства цельного молока (РДУ, ТР ТС).

Четвёртая категория включает земли, на которых невозможно получение вышеперечисленной продукции. Их возврат в сельскохозяйственное производство недопустим.

Критерием экономической оценки выступает срок окупаемости затрат на устранение культуртехнической неустроенности участков, развившейся за годы залежного состояния. Данный критерий находится в непосредственной зависимости от культуртехнических параметров участков, установленных при обследовании (типа древесно-кустарниковой растительности, густоты покрытия, заболоченности, закороченности), удалённости и потенциального балла плодородия (достигнутого на момент изъятия из оборота) (табл. 4).

Таблица 4

Шкала критериев и показателей экономической оценки целесообразности возврата земель в сельскохозяйственное пользование

Категория земель	Экономические критерии и показатели	
	уровень окупаемости вложений	срок окупаемости затрат
I – Наиболее целесообразно	краткосрочная окупаемость	до 3 лет
II – Целесообразно	среднесрочная окупаемость	3-5 лет
III – Допустимо	долгосрочная окупаемость	6-9 лет
IV – Нецелесообразно	не окупаемость	10 лет и более

Результаты экономической оценки, полученные по данным 2014-2016 гг., не корректировались в связи с отсутствием методики прогнозирования культуртехнических характеристик. С некоторой погрешностью можно предположить, что за послеаварийный период древесно-кустарниковая растительность сформировалась как по типу, так и густоте. При этом процесс её прироста проявляется в виде увеличения диаметра стволов, тогда как их количество остаётся неизменным. Использование производственно-экономической оценки по состоянию на 2014-2016 гг. в виде некоторой константы позволило наиболее полно оценить вклад радиологического фактора в долгосрочной перспективе использования земель, изъятых из оборота как радиационно опасные.

Результаты и обсуждение

Первостепенная важность эколого-экономической оценки отводится соблюдению радиологических критериев, которые направлены на радиационную защиту населения. Это осуществляется путём соблюдения МАЭД для сельскохозяйственных работников и производства сельскохозяйственной продукции в соответствии с гигиеническими нормативами. К настоящему времени

согласно закону распада радионуклида кратность снижения плотности загрязнения участков, обследованных в 2014-2016 гг., составит для ^{137}Cs 1,10-1,15 раза, ^{90}Sr – 1,10-1,16 раза (рассчитано с использованием формулы 1). К 2040 г., когда практически истечёт ещё один период полураспада, аналогичные кратности составят 1,74-1,82 и 1,75-1,83.

Прогнозную динамику сокращения уровня радиоактивного загрязнения неиспользуемых земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота Могилёвской области в 1986-1991 гг., демонстрируют диаграммы размаха, построенные по средним удельным активностям почв обследованных участков (в разрезе районов) (рис. 1).

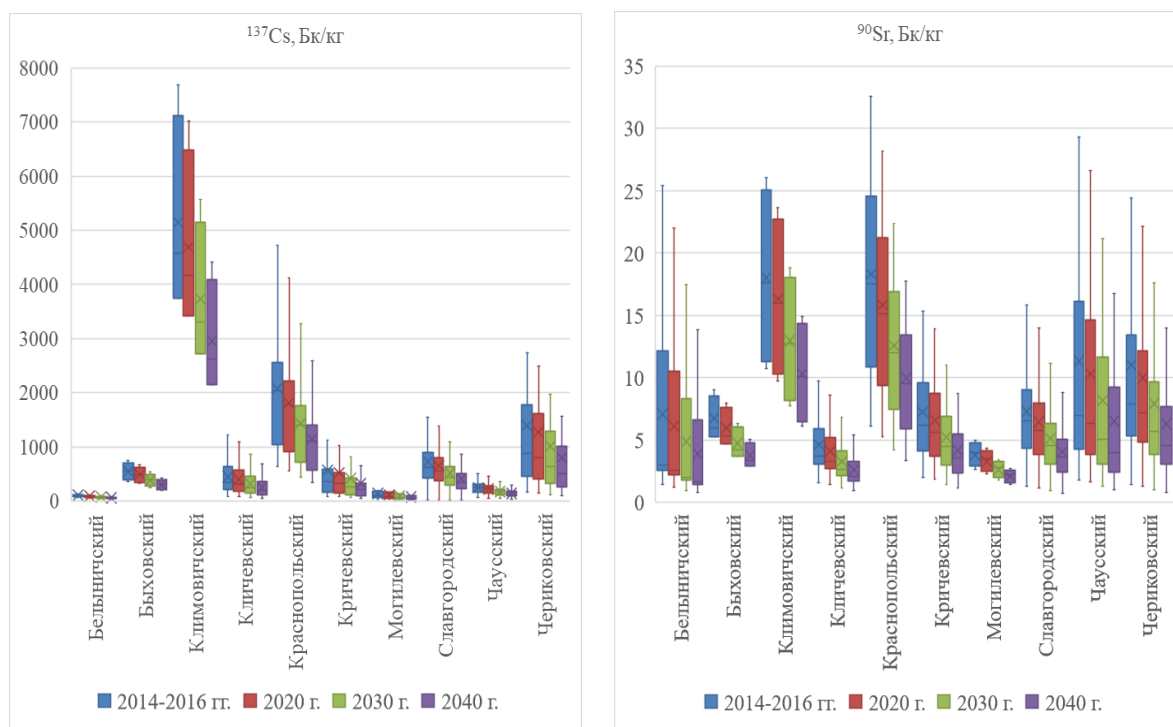


Рис. 1. Динамика сокращения радиоактивного загрязнения земель Могилёвской области, выведенных из сельскохозяйственного оборота.

На рис. 1 видно, что в целом наибольшие плотности загрязнения ^{137}Cs характерны для земель Климовичского района, достаточно высокие в Краснопольском и Чериковском районах. Заметный разброс активностей ^{137}Cs просматривается по локальным участкам Кричевского, Славгородского и, особенно, Чериковского районов, ^{90}Sr – Бельничского, Чаусского и Чериковского районов.

Расчётное определение года достижения ПДУ загрязнения почв ^{137}Cs и ^{90}Sr (относительно исходных плотностей загрязнения) (табл. 5, 6) позволило сформировать универсальные шкалы, необходимые для оценки перспектив использования земель в сельскохозяйственном производстве, признанных на раннем этапе недопустимыми для возврата. В качестве базового периода принят 2014 г., в котором осуществлено около 40% измерений радиологических параметров. В табл. 5, 6 приведены ПДУ, соответствующие трём категориям пригодности возврата земель в сельскохозяйственное пользование, предусмотренные в табл. 2 для различных почвенных условий с дифференциацией по направлениям использования.

За счёт естественного распада радионуклидов до приемлемого уровня загрязнения почв локальных участков ^{137}Cs и ^{90}Sr в динамике произойдут существенные изменения категорий радиологической пригодности земель для сельскохозяйственного использования (рис. 2).

Таблица 5

**Год достижения ПДУ загрязнения почв ¹³⁷Cs в соответствии с категориями
пригодности возврата земель в оборот**

Плотность загрязнения в 2014 г., кБк/м ² (Ки/км ²)	ПДУ ¹³⁷ Cs (по категориям пригодности земель согласно табл. 2), кБк/м ² (Ки/км ²)										
	481 (13,0)	407 (11,0)	370 (10,0)	333 (9,0)	296 (8,0)	259 (7,0)	222 (6,0)	185 (5,0)	111 (3,0)	74 (2,0)	26 (0,7)
222 (6)	–	–	–	–	–	–	2014	2022	2044	2062	2108
259 (7)	–	–	–	–	–	2014	2021	2029	2051	2069	2114
296 (8)	–	–	–	–	2014	2020	2027	2034	2057	2074	2120
333 (9)	–	–	–	2014	2019	2025	2032	2040	2062	2079	2125
370 (10)	–	–	2014	2019	2024	2030	2036	2044	2066	2084	2130
407 (11)	–	2014	2018	2023	2028	2034	2040	2048	2071	2088	2134
444 (12)	–	2018	2022	2027	2032	2037	2044	2052	2074	2092	2138
481 (13)	2014	2021	2025	2030	2035	2041	2048	2056	2078	2095	2141
518 (14)	2017	2025	2029	2033	2038	2044	2051	2059	2081	2099	2144
555 (15)	2020	2028	2032	2036	2041	2047	2054	2062	2084	2102	2147
740 (20)	2033	2040	2044	2049	2054	2060	2066	2074	2097	2114	2160
1110 (30)	2050	2058	2062	2066	2072	2077	2084	2092	2114	2132	2178
1480 (40)	2063	2070	2074	2079	2084	2090	2097	2105	2127	2144	2190
1850 (50)	2073	2080	2084	2089	2094	2100	2106	2114	2136	2154	2200
2220 (60)	2081	2088	2092	2097	2102	2108	2114	2122	2144	2162	2208

Примечание: ячейки с прочерком свидетельствуют о достижении ПДУ до 2014 г.

Таблица 6

**Год достижения ПДУ загрязнения почв ⁹⁰Sr в соответствии с категориями
пригодности возврата земель в оборот**

Плотность загрязнения в 2014 г., кБк/м ² (Ки/км ²)	ПДУ ⁹⁰ Sr (по категориям пригодности земель согласно табл. 2), кБк/м ² (Ки/км ²)								
	48,1 (1,30)	40,7 (1,10)	33,3 (0,90)	25,9 (0,70)	18,5 (0,50)	11,1 (0,30)	7,4 (0,20)	5,55 (0,15)	4,07 (0,11)
5,6 (0,15)	–	–	–	–	–	–	–	2014	2028
7,4 (0,20)	–	–	–	–	–	–	2014	2027	2040
11,1 (0,30)	–	–	–	–	–	2014	2032	2044	2058
18,5 (0,50)	–	–	–	–	2014	2036	2054	2066	2080
25,9 (0,70)	–	–	–	2014	2029	2051	2069	2081	2095
33,3 (0,90)	–	–	2014	2025	2040	2062	2079	2092	2106
37,0 (1,00)	–	–	2019	2030	2044	2066	2084	2097	2110
40,7 (1,10)	–	2014	2023	2034	2048	2071	2088	2101	2114
48,1 (1,30)	2014	2021	2030	2041	2056	2078	2095	2108	2122
55,5 (1,5)	2020	2028	2036	2047	2062	2084	2102	2114	2128
74,0 (2,0)	2033	2040	2049	2060	2074	2097	2114	2127	2140
92,5 (2,5)	2042	2050	2058	2069	2084	2106	2124	2136	2150
111,0 (3,0)	2050	2058	2066	2077	2092	2114	2132	2144	2158

Уже в 2020 г. прогнозируется прирост площади участков, пригодных для возврата в сельскохозяйственный оборот с учётом трёх категорий пригодности, с 1349 до 1700 га для пахотного использования и с 4987 до 5394 га – для лугового использования. В их составе существенно увеличивается группа земель, пригодных для использования без ограничений.

В ближайшей 20-летней перспективе, к 2040 г., площадь участков, непригодных для пахотного использования, сократится с 3172 до 1517 га, или в 2,1 раза. За их счёт пополнятся группы земель, отнесённые к категориям, пригодным для возврата в оборот, с возможностью производства различных групп целевой сельскохозяйственной продукции.

Существенно увеличится площадь участков, на которых без ограничений будет обеспечено производство сельскохозяйственной продукции на пищевые цели и кормов для всех видов и технологических групп скота. Число участков возрастёт с 71 до 113, в площадном выражении – с 824 до 2022 га, или в 2,5 раза. В целом в пахотное использование могут быть вовлечены

133 участка (3003 га). Возможности лугового использования в целом возрастут с 219 до 269 участков, или с 4785 га до 6776 га (в 1,4 раза). Следует отметить, что существенно расширятся возможности пахотного использования земель Краснопольского, Славгородского и Чериковского районов. Площади, пригодные для возврата в оборот, в этих районах прирастут соответственно в 3,6, 1,5 и 1,7 раза. В Могилёвском и Кличевском районах потенциально пахотопригодные участки уже в 2020 г. перешли в категорию «использование без ограничений».

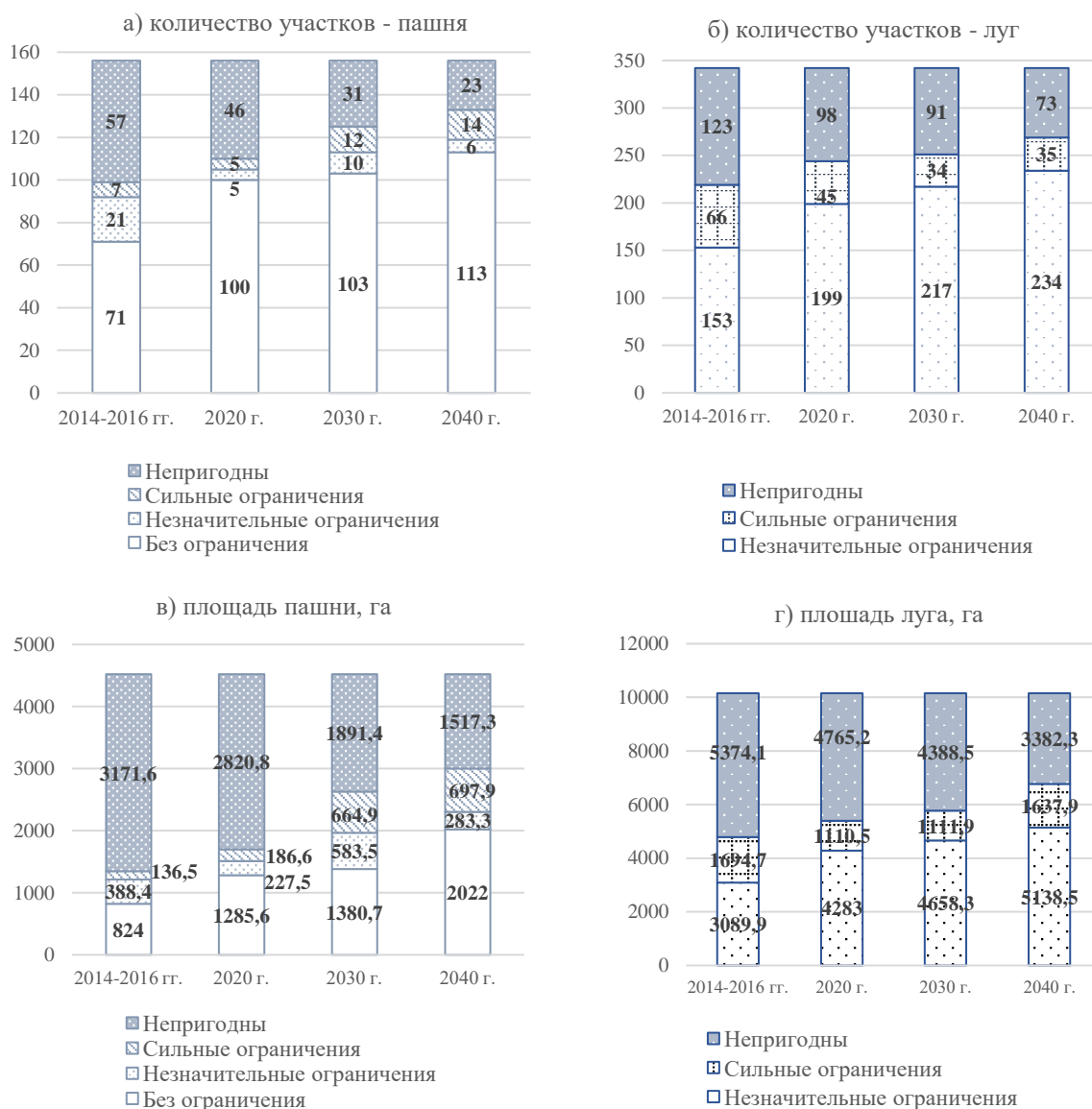


Рис. 2. Перспективы использования земель запаса Могилёвской области, выведенных из оборота в связи с высокими уровнями радиоактивного загрязнения.

Лучшая положительная динамика лугового кормопроизводства прогнозируется в Краснопольском, Славгородском и Чериковском районах, где пригодные для возврата площади земель возрастут в 3,7, 1,5 и 1,7 раза соответственно. В Быховском и Кличевском районах все неиспользуемые участки будут отнесены к категории использования с незначительными ограничениями, что обеспечит возможность производства кормов для крупного рогатого скота на откорме в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза. Тем не менее, площадь

участков, которые по прогнозу к 2040 г. не будут соответствовать радиологическим критериям пригодности возврата, остаётся существенной: для пахотного направления 1517 га (34% от оцениваемых, или 14% общей площади неиспользуемых земель), лугового использования 3382 га (33% и 31% соответственно) (рис. 3).

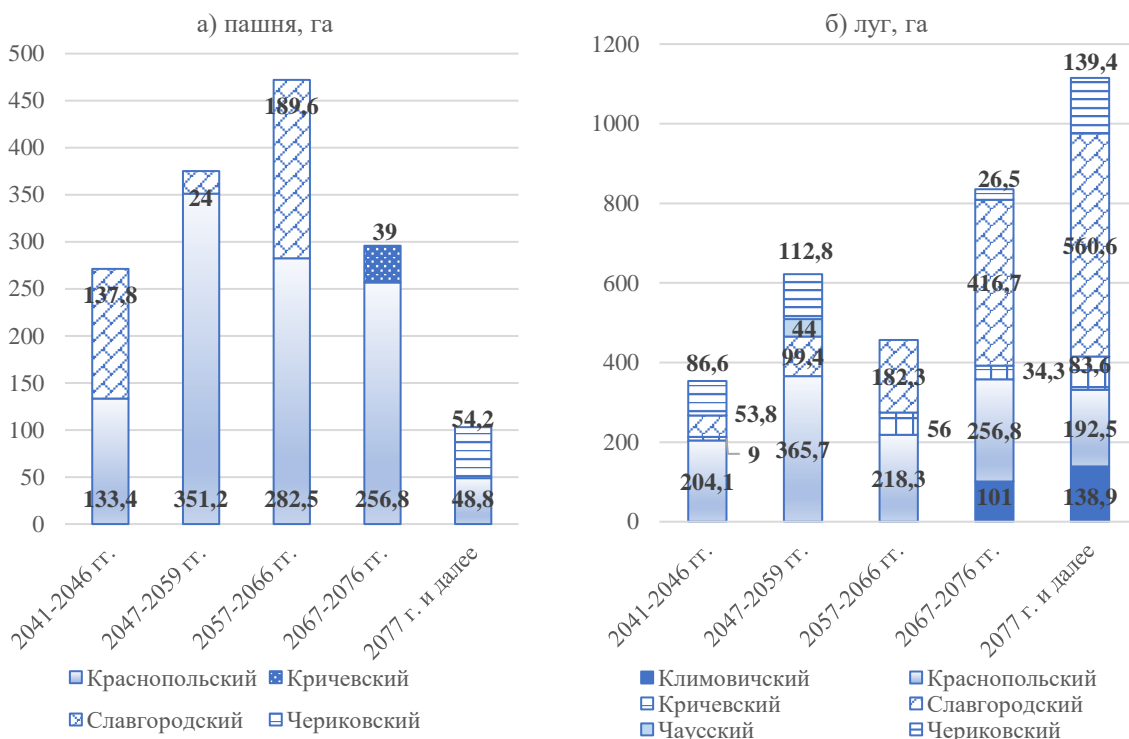


Рис. 3. Долгосрочная перспектива использования земель, отнесённых по прогнозу радиологических параметров 2040 г. к категории «недопустимы для возврата».

Перспективы их возврата в сельскохозяйственный оборот в соответствии с долгосрочным прогнозом значительно растянуты во времени: для пахотного направления вплоть до 2126 г., для лугового – до 2156 г. Данная динамика хорошо согласуется с результатами, представленными в статье [9]. Она обусловлена как высокими плотностями выпадения радионуклидов, так и почвенными особенностями. Так, группа с наиболее пессимистичным прогнозом представлена преимущественно почвами торфяного типа – 30%, аллювиальными (пойменными) – 30%, дерново-подзолистыми песчаными – 11%.

Земли, непригодные для пахотного использования, сосредоточены главным образом в Краснопольском районе, наибольшие ограничения для лугового кормопроизводства характерны для пойменных участков Климовичского, Славгородского, Кричевского и Чериковского районов, а также высокозагрязнённые участки Краснопольского района с разнообразными почвенными особенностями.

С учётом производственно-экономической составляющей, площади земель, рекомендуемых для возврата в сельскохозяйственное производство, несколько сократятся. По итогам комплексной оценки видно, что общая площадь земель, отвечающих критериям эколого-экономической допустимости и целесообразности возврата к 2020 г. составит 3042 га, что в 1,2 раза больше в сравнении с первоначальной оценкой на момент обследования (табл. 7). К 2040 г. она увеличится до 4271 га, или 42% от потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования. Данная площадь в 1,7 раза больше, нежели на момент обследования.

Таблица 7

**Оценка эколого-экономической пригодности возврата земель
в сельскохозяйственное производство**

Направление использования	Отрицательное решение, га				Положительное решение, га		
	всего	ограничивающие критерии			всего	в том числе	
		радиологические	экономические	в комплексе		равно пригодны	для одного направления
2020 г.							
Пахотное	3128	2083	738	307	1392	937	455
Луговое	7571	3235	2806	1530	2587	937	1650
В целом	7116	3000	2622	1494	3042	937	2105
2040 г.							
Пахотное	2140	1095	622	423	2381	1821	560
Луговое	6448	2112	3066	1270	3710	1821	1889
В целом	5888	1772	3197	919	4271	1821	2450

Заключение

Земли запаса, сформировавшиеся в Республике Беларусь за счёт изъятых в 90-е годы из сельскохозяйственного оборота локальных участков с повышенными плотностями радиоактивного загрязнения, не позволявшими на протяжении длительного периода производить сельскохозяйственную продукцию, в соответствии с гигиеническими нормативами до настоящего времени остаются ценным производственным ресурсом.

Комплексная эколого-экономическая оценка земель Могилёвской области по результатам инвентаризации 2014-2016 гг. показала возможность возврата в сельскохозяйственный оборот 2503 га, или 23% неиспользуемой площади. Естественные автореабилитационные процессы создают основу для прогнозирования их последующего исключения из категории радиационно опасных и постепенного вовлечения в сельскохозяйственное производство.

В соответствии с разработанными радиологическими критериями, учитывающими возможность радиационной защиты аграриев и соответствия сельскохозяйственной продукции и сырья республиканским и межгосударственным гигиеническими нормативам, уже к 2020 г. (настоящему моменту) за счёт распада радионуклидов данная площадь увеличилась: для пахотного использования – с 1349 до 1700 га, для лугового – с 4987 до 5394 га. К 2040 г. пахотное использование станет возможно на 3003 га (66% пахотопригодных), причём на 2022 га (45%) обеспечивается производство без ограничения широкого перечня сельскохозяйственных культур. Возможности лугового использования расширятся до 6776 га (61% неиспользуемой площади).

Для части земель перспективы их возврата в соответствии с прогнозом значительно растянуты во времени: для 1517 га с пахотным потенциалом до 2126 г., для 3382 га с предпосылками лугового использования – до 2156 г.

С учётом экологических и экономических критериев в комплексе в 2020 г. площадь земель, пригодных для возврата, в целом составит 3042 га. В частности, возможности пахотного использования оценены в 1392 га, лугового – 2587 га. В долгосрочной перспективе, к 2040 г., рекомендуемая для вовлечения в оборот площадь увеличится до 4271 га (38% от неиспользуемых), или 42% от потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования.

Результат комплексной оценки 2020 г. с точки зрения актуальности вклада экономической составляющей ввиду незначительной временной разницы является достаточно точным, тогда как прогнозная оценка на 2040 г. с учётом изменения культуртехнических параметров участков в длительной перспективе имеет некоторые допущения. Впоследствии возможна её корректировка с учётом ценовой политики, стратегических подходов относительно возврата земель как важного производственного ресурса.

Литература

1. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь /Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Минск: МЧС РБ, 2020. 152 с.
2. **Мерзлова О.А.** Эколого-экономическое обоснование реабилитации земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования в результате аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2020. 24 с.
3. **Мерзлова О.А., Цыбулько Н.Н.** Радиологическое и экономическое обоснование возврата радиационно опасных земель в сельскохозяйственное пользование //Мелиорация. 2018. № 3 (85). С. 85-93.
4. **Широков Ю.М., Юдин Н.П.** Ядерная физика. М.: Наука, 1980. 728 с.
5. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012-2016 годы /под. ред. Н.Н. Цыбулько. Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, РНИУП «Институт радиологии», 2012. 124 с.
6. **Panov A.V., Aleksakhin R.M., Prudnikov P.V., Novikov A.A., Muzalevskaya A.A.** Influence of rehabilitation measures on ^{137}Cs uptake by crops from soils contaminated during the Chernobyl NPP accident //Eurasian Soil Sci. 2009. V. 42, N 4. P. 445-457.
7. Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утверждён решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.
8. **Мерзлова О.А., Агеева Т.Н., Копыльцова Е.В.** Способы снижения содержания ^{137}Cs в говядине, производимой на территории Могилёвской области //Радиация и риск. 2018. Т. 27, № 1. С. 53-65.
9. **Панов А.В., Санжарова Н.И., Шубина О.А., Гордиенко Е.В., Титов И.Е.** Современное состояние и прогноз загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственных угодий Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей, подвергшихся воздействию аварии на Чернобыльской АЭС //Радиация и риск. 2017. Т. 26, № 3. С. 66-74.

Assessment of the feasibility of returning Chernobyl-affected radioactively contaminated agricultural lands in the Mogilev region of Belarus to agricultural cycle

Miarzlova V.A.

State Research Institute of Economics of the Ministry of economy of the Republic of Belarus, Minsk;
Mogilev branch Research Institute of Radiology (RIR), Mogilev, Belarus

The nuclear accident at the Chernobyl NPP caused radioactive contamination of large areas of agricultural lands in the Republic of Belarus; 265 thousand hectares of the lands were withdrawn from agricultural turnover. Later 75% of these lands were transferred to forestry enterprises and environmental protection organizations. According to ecological and economic assessments of the feasibility of returning the retiring land in the Mogilev region to full economic activity based on the outcomes of comprehensive inventory of 2014-2016 only 23% of the land areas could be restored. At the same time, due to the irreversible radioactive decay it is possible to assess future positive changes in radiological situation and the possibility of recovering of the land, previously recognized as radioactively dangerous, and returning into the agricultural use. The issues considered in the article aim at the assessment of the future changes in the levels of radiation contamination of local areas and shows the prospects for their further arable and meadow use.

Key words: *nuclides, ^{137}Cs , ^{90}Sr , specific activity, contamination density, isotope decay, forecast, agricultural production, suitability categories, arable use, meadow use.*

References

1. 35 let posle chernobyl'skoj katastrofy: itogi i perspektivy preodoleniya ee posledstvij. Nacional'nyj doklad Respubliki Belarus' [35 years after the Chernobyl disaster: results and prospects for overcoming its consequences. National Report of the Republic of Belarus]. Minsk, 2020. 152 p.
2. **Merzlova O.A.** Ekologo-ekonomicheskoye obosnovaniye reabilitatsii zemel', vyvedennykh iz sel'skokhozyaystvennogo pol'zovaniya v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoy AES: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Ecological-economic justification for the rehabilitation of land withdrawn from agricultural use as a result of the Chernobyl accident: Cand. Agric. Sci. abs.]. Moscow, 2021. 24 p.
3. **Merzlova O.A., Cybul'ko N.N.** Radiologicheskoe i ekonomicheskoe obosnovanie vozvrata radiacionno opasnyh zemel' v sel'skohozyajstvennoe pol'zovanie [Radiological and economic justification for the return of radiation-hazardous lands to agricultural use]. *Melioratsiya – Melioration*, 2018, no. 3 (85), pp. 85-93.
4. **Shirokov Yu.M., Yudin N.P.** Yadernaya fizika [Nuclear physics]. Moscow, 1980. 728 p.
5. Rekomendatsii po vedeniyu agropromyshlennogo proizvodstva v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya zemel' Respubliki Belarus' na 2012-2016 gody [Recommendations for conducting agro-industrial production in the conditions of radioactive contamination of the land of the Republic of Belarus for 2012-2016]. Ed.: N.N. Cybul'ko. Minsk, 2012. 124 p.
6. **Panov A.V., Aleksakhin R.M., Prudnikov P.V., Novikov A.A., Muzalevskaya A.A.** Influence of rehabilitation measures on ^{137}Cs uptake by crops from soils contaminated during the Chernobyl NPP accident. *Eurasian Soil Sci.*, 2009, vol. 42, no. 4, pp. 445-457.
7. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza. TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoj produkcii» [Technical regulations of the Customs Union. TR CU 021/2011 «On food safety»]. Utverzhden resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 g. № 880 – Approved by the decision of the Customs Union Commission of December 9, 2011, No. 880.
8. **Miarzlova V.A., Aheyeva T.N., Kopyltsova E.V.** Approaches to reducing ^{137}Cs content in beef produced in radioactively contaminated areas in Mogilev region. *Radiatsiya i risk – Radiation and Risk*, 2018, vol. 27, no. 1, pp. 53-65. (In Russian).
9. **Panov A.V., Sanzharova N.I., Shubina O.A., Gordienko E.V., Titov I.E.** Contamination of agricultural lands in Bryansk, Kaluga, Orel and Tula regions with ^{137}Cs as a result of the Chernobyl accident: current status and prognosis. *Radiatsiya i risk – Radiation and Risk*, 2017, vol. 26, no. 3, pp. 66-74. (In Russian).