

УДК 631.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ И ОТСЕЛЕНИЯ

Э.Н. Шкутов, кандидат технических наук

Л.Н. Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук

В.П. Иванов, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: радионуклиды, ^{137}Cs , ^{90}Sr , катастрофа на ЧАЭС, мелиоративный объект, зона отчуждения, загрязнение радионуклидами

Введение

Современная мировая рыночная конъюнктура обуславливает необходимость наращивания в республике производство сельскохозяйственной продукции. Самым дешевым и надежным способом решения этой задачи является вариант с расширением используемых угодий, особенно мелиорированных, как правило, более плодородных и с регулированием водного режима. Это особенно актуально в южных районах страны, климатически наиболее благоприятных для сельского хозяйства.

Значительный резерв представляют собой площади в зоне отчуждения и отселения Гомельской и Могилевской областей, ранее выведенные из сельскохозяйственного использования вследствие радионуклидного загрязнения. Разумеется, границы зоны отчуждения и отселения вполне обоснованно определялись на основе анализа результатов радиометрических съемок местности, проведенных после аварии. Однако в результате естественных процессов распада радиоактивных веществ происходит постепенное снижение загрязненности территории. Поэтому через определенное время границы зоны запрета сельскохозяйственной деятельности пересматриваются и ранее выведенные земли поступают в распоряжение сельскохозяйственных предприятий. Предпосылками для успешного возврата в сельскохозяйственное использование являются разработанные в последние десятилетия технологии сельскохозяйственного производства нормативно чистой продукции на загрязненных землях. По-нашему мнению в некоторых случаях ориентация на такие технологии может позволить ускорить реабилитацию земель.

С 1986 по 2003 г. только в Гомельской области из-за высокой плотности радионуклидного загрязнения было выведено из сельскохозяйственного оборота свыше

216 тыс. га. Из них предполагается вернуть в сельскохозяйственный оборот около 90 тыс. га. Планами на 2011 г. предусматривалось вовлечение в севооборот в зоне загрязнения с плотностью 5-15 Ки/км² 13-14 тыс. га земель.

В мелиорацию были вложены значительные средства (2000-5000 USD/га). После аварии на ЧАЭС эти капвложения потеряли свое значение. Мелиоративная сеть стала ускоренными темпами зарастать древесно-кустарниковой и водной растительностью, что в свою очередь спровоцировало ускоренное заиление и уменьшение осушительного действия сети. Также губительным для сети оказалось массовое заселение каналов бобрами, деятельность которых приводит к повышению уровня воды в открытой сети и способствует быстрому заболачиванию ранее осушенных земель.

Переувлажнение и вторичное заболачивание радиоактивно загрязненных территорий могут оказаться серьезным препятствием к реабилитации и возврату их в сельскохозяйственное использование. Помимо сложности и дороговизны восстановления водного режима, приемлемого для интенсивного земледелия на этих землях, имеется и негативный синергетический эффект возрастания накопления радионуклидов растительностью в таких условиях. Исследованиями, выполненными в Институте мелиорации ранее [1], было показано, что в условиях высоких уровней грунтовых вод накопление радионуклидов идет более интенсивно, так же, как и их вертикальная миграция. Восстановление благоприятного водного режима уменьшает вынос радионуклидов в наземную растительность в 5-15 раз [1].

Целью полевых и лабораторных исследований являлась оценка возможности и разработка мероприятий на мелиоративных системах, обеспечивающих экологически и экономически обоснованную реабилитацию и вовлечение сельскохозяйственных земель в оборот.

Объекты и методика исследований

Объектами исследования являются мелиоративные системы Добрушского, Ветковского, Чечерского и Кормянского районов Гомельской области, ранее выведенные из сельскохозяйственного использования из-за высокого уровня загрязнения радионуклидами. Как правило, речь идет о мелиоративных объектах на периферии зоны отчуждения и отселения, либо уже выведенных из нее полностью или частично. Причем эти объекты не предусмотрены к проведению реконструкции или ремонта мелиоративной сети в рамках Государственной программы сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 годы и введению в сельскохозяйственное производство.

Практически значимыми в радионуклидном загрязнении исследуемых районов являются изотопы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Поэтому все почвенные и растительные образцы исследовались на содержание этих радионуклидов, и принимались во внимание особенности миграции и поведения в почве и растительности этих изотопов.

В основу методики выбора мелиоративных объектов, перспективных к введению в

сельскохозяйственный оборот с помощью экспедиционных обследований, положен опыт исследований Института мелиорации по минимизации выноса радиоактивных загрязнений хозяйственно значимыми частями сельскохозяйственных растений. Исходя из этого опыта можно классифицироваться как непригодные к сельскохозяйственному использованию следующие почвы, при плотности загрязнения выше:

- торфяные: ^{137}Cs – 185 кБк/м² (5 Ки/км²); ^{90}Sr – 11 кБк/м² (0,3 Ки/км²);
- минеральные: ^{137}Cs – 555 кБк/м² (15 Ки/км²); ^{90}Sr – 37 кБк/м² (1,0 Ки/км²).

Некоторый запас по использованию более загрязненных территорий, чем было отмечено выше, может обеспечить применение специализированных технологий откорма животных на мясо или специальных дезактивационных мероприятий.

После отбора перспективных к дальнейшим обследованиям объектов по топокартам и картам плотности загрязнения возможность их возврата в сельскохозяйственное производство согласовывали с районными сельхозуправлениями. Затем проводили полевые обследования состояния мелиоративных систем с оценкой по укрупненным показателям возможности и стоимости восстановления работоспособности. Отбирали сопряженные почвенные и растительные пробы для оценки загрязнения их радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr , расчета их коэффициентов перехода, необходимых для расчета возможной удельной активности продукции и моделирования сельскохозяйственного использования выбранных объектов. Также оценивали агрохимические параметры.

Точки отбора совмещенных проб почвы и растительности представлены на спутниковых фотографиях ниже.

Отбор проб осуществлялся по следующей методике.

1. По картам плотности загрязнения определяли зоны типичной для рассматриваемого объекта плотности загрязнения.

2. По выбранным зонам проводили маршрутное исследование гамма-фона, используя СРП-88Н. По результатам выбирали точки отбора проб с типичными для выбранных зон фонами. В точке отбора почвенные пробы на ^{137}Cs и на ^{90}Sr отбирали с 1 м² соответственно для каждого радионуклида (пятью уколами методом «конверта») почвенным буром диаметром 3,9 см на вероятную глубину проникновения радионуклидов в почвенный профиль (минеральные почвы – 30 см, торфяные – 40 см). Достаточность принятых глубин проникновения почвенного бура проверяли с помощью отбора послонных (10 см) почвенно-грунтовых проб на двух профилях на минеральных (объект «Победитель» (между населенными пунктами Попсуевка и Ириновка Ветковского района) и торфяных почвах (объект «Старое озеро» Чечерского района). Послойные пробы формировали параллельно из одного шурфа на ^{137}Cs и ^{90}Sr .

3. Предварительно с каждого квадратного метра формировали растительную пробу (сопряженные пробы) для оценки выноса и загрязненности продукции ^{137}Cs спектрометром «Прогресс-гамма» и ^{90}Sr в растениях гамма-бета-спектрометром МКС-АТ1315 [2],

в почве – радиохимическим методом [3].

Анализы на содержание изотопов ^{137}Cs и ^{90}Sr во всех растительных и почвенных пробах выполняли ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» и РНИУП «Институт радиологии».

При проектировании реконструкции мелиоративных систем необходимо руководствоваться соответствующими разделами ТКП 45-3.04-177-2009 «Реконструкция осушительных систем. Правила проектирования», ТКП 45-3.04-203-2010 «Осушительно-увлажнительные мелиоративные системы. Правила проектирования», касающиеся проведения ремонтов и реконструкции мелиоративных систем в зонах загрязнения радионуклидами.

Результаты и их обсуждение

Основным результатом проведенной работы по обследованию объектов, отбору и анализу почвенных и растительных (сопряженных) проб должны быть Предложения по реабилитации и вводу в сельскохозяйственный оборот мелиоративных систем, выведенных из зоны отчуждения и отселения.

Добрушский район. В результате обследования имеющихся вариантов (из незадействованных в Государственной программе «Сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 гг.») наиболее перспективным к вводу в сельскохозяйственный оборот является площадь польдера с исходным наименованием «Рассвет». Схема мелиоративной сети польдерной системы «Рассвет» (в настоящее время угодья КСУП «Дубовый Лог») представлена на рисунке 1.

Объект представляет собой польдерную систему, располагающуюся практически на острове. Почвы минеральные песчаные. Система была сдана в эксплуатацию уже после аварии на ЧАЭС и поработала очень недолго. Затем попала в зону отчуждения и была заброшена. Насосная станция разрушена. Сейчас площадь системы представляет собой заливные луга, на которых кое-где заготавливается зеленый корм или сено, причем не всегда имеется возможность вывезти заготовленные корма. Территория польдера выведена из зоны отселения, плотность загрязнения составила $52,6-122 \text{ кБк/м}^2$ ($1,4-3,3 \text{ Ки/км}^2$) по ^{137}Cs и $2,65 \text{ кБк/м}^2$ ($0,07 \text{ Ки/км}^2$) по ^{90}Sr (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая и радиозоологическая характеристика польдера «Рассвет»

Название объекта, видовой состав растений	Урожайность сухой массы, кг/м ²	Агрохимические параметры			Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ки/км ²)		Удельная активность растений, Бк/кг/Кп	
		рН _{КСЛ} (ГОСТ 26483-85)	по Кирсанову		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
			P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг				
Рассвет-1, осоковый травостой	0,87	4,5	37	33	122 (3,3)	2,65* (0,07)	<u>1841</u> 15,14	<u>15,5</u> 5,84
Рассвет -2, осоковый травостой	0,7	5,5	25	26	52,6 (1,4)		<u>558</u> 10,62	<u>11,2</u> 4,22

Примечание: * смешанная проба

Очень низкие по сравнению с окружающей территорией уровни загрязнения связаны с постоянной в течение более чем 20 лет воздействия талых вод на почву. Объект располагается в пойме и ежегодно затапливается половодьем и летне-осенними паводками. Для нормализации мелиоративного состояния объект нуждается в подчистке открытых каналов, строительстве автоматизированной насосной станции с использованием наиболее эффективных насосов и подведении линии электропередач, перезалужении. Ориентировочно площадь объекта составит 1200 га, стоимость реконструкции около 3 млн.\$.

При проектировании реконструкции польдера «Рассвет» следует учесть следующие особенности объекта. В штатном режиме работы мелиоративная сеть объекта должна поддерживать следующие уровни грунтовых вод: ранний весенний период от 0,6 до 0,9 м, остальной период от 0,9 до 1,0 м.

Исследования показали, что основной вынос радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию происходит в понижениях. В опытах 70% выноса радиоактивных загрязнителей было получено с понижений, занимавших менее 10% территории. Поэтому невозможность или высокая стоимость создания требуемого УГВ в понижениях является для проектировщика убедительным основанием для их ренатурализации и строительства копани с подъемом территории чистой торфяной почвой с нижележащих слоев и пескованием его незагрязненным грунтом.

Гумусированный горизонт объекта на значительной территории не превышает 20 см. Поэтому при перезалужении почвообработка должна вестись на глубину до 20 см. В случае необходимости захоронения древесно-кустарниковой растительности необходимо предусматривать:

– при средней загрязненности коры кустарника 18,5-36 кБк/кг захоронение раскорчеванной и срезанной древесно-кустарниковой массы и пней на повышенных элементах рельефа в валах с присыпкой слоем грунта не менее 0,8 м. В песчаных и легкопесчаных грунтах захораниваемая масса укладывается на подушку из слабопроницаемых грунтов (тяжелые супеси, суглинки, глины, торф) толщиной не менее 0,25 м;

– при средней загрязненности коры кустарника 3,7-18,49 кБк/кг древесно-кустарниковая масса укладывается в валы без присыпки грунтом, в необходимых случаях захораниваемая масса укладывается на подушку из слабопроницаемых грунтов.

В качестве ожидаемых отрицательных моментов, которые должны учитываться при принятии решения о проведении реконструкции, можно отметить следующие:

– объект со всех сторон окружен водотоками, значит значительное (более 1 м) снижение и поддержание УГВ будет дорогостоящим, скорее всего эта территория может использоваться под сенокосы с неглубокими (около 50 см от поверхности) УГВ. Хотя это и ограничит возможности быстрой окупаемости затрат.

– близкий уровень грунтовых вод обусловит высокую вероятность превышения

РДУ по ^{137}Cs и снижения ценности полученных кормов при недостаточных объемах откачек.

Тем не менее КСУП «Дубовый Лог» наращивает поголовье крупного рогатого скота и хозяйство остро нуждается в кормах. Реконструкция польдера существенно укрепит его кормовую базу.

Схема сети польдера «Рассвет» Добрушского района и места расположения отбора почвенных и растительных проб на радиоактивность представлены на рисунке 1. В таблице 1 приведены данные агрохимических и радиологических анализов почвы и растительности.

Даже в текущем состоянии осоковый травостой пригоден для использования в качестве корма для получения молока, в качестве сырья для переработки на масло. Корма с центральной части польдера пригодны даже для производства цельного молока. Таким образом, исследуемый объект наиболее целесообразно использовать под луговые угодья.

Почва на объекте — песчаная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, имеет слабо кислую реакцию среды, водный режим неудовлетворительный. В настоящее время характеризуется длительным периодом затопления. После проведения мелиоративных мероприятий на данном объекте целесообразно возделывать злаковые травосмеси с видами, которые могут выдерживать длительные (до 30-35 дней) периоды затопления и/или подтопления (вероятные в периоды экономии электроэнергии и прекращения откачек).



Рисунок 1 – Схема открытой сети и точки отбора образцов на радиоактивность почвы и растительности на польдере «Рассвет» Добрушского района

При коренном перезалужении необходимо провести агротехнологические мероприятия: известкование (до 7,0 т/га), внести 50-60 кг д.в./га фосфорных и 160-180 кг д.в./га калийных удобрений. С учетом полученных коэффициентов перехода (КП) ^{137}Cs (10,62-15,09) и ^{90}Sr (4,22-5,84) для сена осокового удельная активность естественного травостоя составит 1300-1843 и 11-15 Бк/кг соответственно для ^{137}Cs и ^{90}Sr . Улучшение водно-физических и агрохимических свойств (также и травостоя) позволит сократить удельную активность сена до 975 Бк/кг по ^{137}Cs и получить зеленую массу с удельной активностью 200 (^{137}Cs) и 6 (^{90}Sr) Бк/кг, что позволит использовать площади для откорма на мясо, а также получать молоко гарантированно пригодное для переработки на масло. Ожидаемая продуктивность более 46 ц к.ед./га (таблица 1).

Ветковский район. Наиболее перспективным для ввода в сельскохозяйственное использование является объект «Победитель», схема сети приведена на рисунке 2. Это самотечная осушительная система (между отселениями Попсуевка и Ириновка Ветковского района). Объект покрыт редкой древесно-кустарниковой растительностью, мелиоративная сеть нуждается в ремонте, удалении противопожарных перемычек, перезалужении. По данным обследования объект «Победитель» может быть восстановлен и использован в сельскохозяйственном производстве. Ориентировочно вводимая площадь может составить около 700 га. Оценочная стоимость реконструкции составляет 1400 тыс. \$. Мелиоративная сеть должна поддерживать уровни грунтовых вод, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни грунтовых вод, рекомендуемые для объекта «Победитель»

Вид сельхозугодий, период вегетации	Диапазон УГВ, м
Пахотные угодья	
1. Ранний весенний период	от 0,6 до 0,9
2. Июнь	от 0,8 до 1,1
3. Начало июля	от 1,0 до 1,4
Кормовые угодья	
1. Ранний весенний период	от 0,6 до 0,9
2. Остальной период	от 0,9 до 1,0

Требования захоронения древесно-кустарниковой растительности такие же, как и для объекта «Рассвет».

Выявленная плотность загрязнения 482 кБк/м² (13 Ки/км²) по ^{137}Cs и 18,4 кБк/м² (0,49 Ки/км²) по ^{90}Sr (таблица 3). Зона вокруг объекта «Победитель» выглядит пятнами с высокой плотностью загрязнений радионуклидами. Поэтому при изысканиях обязательно проведение детальной оценки плотности радионуклидного загрязнения. Пока объект не выведен из зоны отчуждения и отселения, необходимо реализовать процедуру вывода площади объекта из этой зоны.

Почва на объекте – песчаная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, имеет слабокислую реакцию среды, водный режим удовлетворительный. Уровень загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr позволяет возделывать набор культур, сформированных в сево-

оборот. Длительный период, в течение которого данные земли не использовали в сельскохозяйственном производстве, при промывном режиме привел к тому, что почва обеднена макроэлементами (таблица 3).

Для повышения плодородия почв на объекте необходимо провести ряд агрохимических мероприятий, в т.ч. внести органические удобрения (30-40 т/га под зерновые и 70 т/га под кукурузу) для повышения плодородия, а также для снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию (известкование (4,5 т/га), повысить дозы фосфорных (65-75 кг д.в./га) и калийных удобрений (130-150 кг д.в./га).

Таблица 3 – Агрохимическая и радиэкологическая характеристика объекта «Победитель» Ветковского района

Название объекта, видовой состав растений	Урожайность сухой массы, кг/м ²	Агрохимические параметры			Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Кл/км ²)		Удельная активность растительности, Бк/кг/Кл	
		рН _{KCl} (ГОСТ 26483-85)	по Кирсанову		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
			P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг				
Победитель-1 (точка 3), разнотравный злаковый травостой	0,5	5,2*	27*	111*	480 (13,0)	18,4* (0,49)	86 0,18	177 9,60
Победитель-2 (точка 4), разнотравный злаковый травостой	0,42				484 (13,1)		35 0,07	52,2 2,83



Рисунок 2 – Схема сети и точки отбора образцов на радиоактивность почвы и растительности на объекте «Победитель»

По уровню загрязнения и почвенным условиям на мелиоративной системе «Победитель» возможно возделывать овес, ячмень, озимую рожь, кукурузу на зеленую массу и/или зерно. За счет подбора культур и применения указанных агрохимических мероприятий обеспечивается получение пригодных для производства цельного молока и мяса кормов (согласно РДУ-99), а также для производства молока для переработки. В таблице 4 приведены варианты рекомендуемых севооборотов.

Таблица 4 – Прогнозируемый уровень загрязнения продукции на объекте «Победитель» при применении рекомендуемых севооборотов

Севооборот	Удельная активность продукции, Бк/кг	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
1. Вико-овсяные смеси (на зеленую массу)	38,5	74,7
2. Злаковые травы (выводное поле до 5лет)+поукосные после I укоса последнего года жизни	120,3	111,1
3. Кукуруза на зерно/зеленую массу	33,7	39,5
4. Ячмень	38,5	34,3
1. Вико-овсяные смеси (на зеленую массу)	38,5	74,7
2. Злаковые травы (выводное поле до 5лет)+поукосные после I укоса последнего года жизни	120,3	111,1
3. Кукуруза на зерно/зеленую массу (до 3 лет на одном месте)	33,7	39,5
4. Овес	48,1	28,3
Вико-овсяные смеси (на зеленую массу)	38,5	74,7
Озимая рожь	19,2	21,2
Кукуруза на зерно/зелена масса (до 3 лет на одном месте)	33,7	39,5
Ячмень	38,5	34,3
Озимая рожь + пожнивные	19,2+38,5	21,2+74,7
6. Овес	48,1	28,3
Ячмень+ пожнивные	38,5+38,5	34,3
Вико-овсяные смеси (на зеленую массу)	38,5	74,7
Кукуруза на зеленую массу и/или зерно (до 3 лет на одном месте)	33,7	39,5
Озимая рожь + пожнивные	19,2+38,5	21,2+74,7
5. Просо зерно + пожнивные	38,5+38,5	34,3+74,7

Достоверно оценить продуктивность рекомендованных севооборотов достаточно сложно, но при выполнении всех рекомендаций она на мелиоративной системе «Победитель» должна быть не менее 35-40 ц к.ед./га.

Продуктивность лугового разнотравья составляет 27 ц.к.ед./га.

Таким образом, при размещении на данном объекте только злаковых и/или бобово-злаковых травосмесей для использования их в качестве сенокосов и пастбищ получаемое молоко можно будет использовать только в качестве сырья на масло. А вот при организации севооборотов из однолетних зерновых, кукурузы на зеленую массу и вико-овсяной смеси, возможно получение качественного молока цельного и молока для переработки на сыр и творог.

Кроме того, снижение уровней воды в открытой сети объекта улучшит водный режим лесопосадок восточнее объекта.

Чечерский район. Наиболее перспективными для ввода в сельскохозяйственное использование является объекты «Старое озеро» и «Красный Берег».

На рисунке 3 приведено размещение открытой сети на объекте «Старое озеро» (на спутниковой фотографии из-за плотных зарослей кустарников затруднительно увидеть открытую сеть). Объект находится в 10 км южнее г. Чечерска вокруг оз. Старое. Площадь объекта примыкает к участкам зоны отчуждения и отселения (деревни Медвежье и Сойки). Плотность загрязнения 0-547 кБк/м² (0-14,8 Ки/км²) по ¹³⁷Cs и 17,8 кБк/м² (0,48 Ки/км²) по ⁹⁰Sr. Она частично используется под пашней и лугопастбищными угодьями. Помимо реконструкции открытой мелиоративной сети, площадь нуждается и в большом объеме агромелиоративных работ (очистке от древесно-кустарниковой растительности, перезалужении).



Рисунок 3 – Схема сети и точки отбора образцов на радиоактивность почвы и растительности на объекте «Старое озеро» Чечерского района

В штатном режиме работы мелиоративная сеть объекта должна поддерживать следующие уровни грунтовых вод:

- на торфяниках: ранний весенний период от 0,6 до 0,9 м, остальной период от 0,9 до 1,2 м;
- на минеральной песчаной почве: 0,8-1,1 м.

По площади объекта значительная пестрота плотности загрязнения (в точке 5 – фоновое значение загрязнения, а в точке 6 – 14,8 Ки/км²).

Объект «Старое озеро» представляет собой самотечную осушительную систему на берегу озера «Старое». Требования по захоронению древесно-кустарниковой расти-

тельности такие же, как и на объекте «Рассвет» Добрушского района.

Деловой лес со средней плотностью загрязнения коры 7,4-18,5 кБк/кг, но при чистой древесине используется без ограничений (при условии обрубки сучьев и окаривания на месте обрубки). Расстояние от мест утилизации древесины до населенных пунктов не менее 3 км.

Ликвидацию валов сведенной древесно-кустарниковой растительности со средней плотностью загрязнения коры 7,4-18,5 кБк/кг следует предусматривать после ее перегнивания. Перед разработкой проекта ликвидации валов должна выполняться повторная радиационная съемка.

На торфяниках при слое торфа более 0,7 м рекомендуется запашка либо двухъярусным плугом верхнего загрязненного слоя на глубину 0,35 м, либо болотным плугом на глубину 0,8-1,0 м с полным оборотом пласта.

В таблице 5 приведены результаты агрохимических и радиологических анализов почвы и растительности на объекте «Старое озеро».

Таблица 5 – Агрохимическая и радиоэкологическая характеристика объекта «Старое озеро»

Название объекта, видовой состав растений	Урожайность сухой массы, кг/м ²	Агрохимические Параметры			Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ки/км ²)		Удельная активность растительности, Бк/кг/Кп	
		рН _{KCl} (ГОСТ 26483-85)	по Кирсанову		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
			P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг				
Старое озеро (точка 5), крапива	0,62	5,34*	582*	93*	547 (14,8)	17,8 (0,48)	$\frac{3641}{6,66}$	$\frac{81,7}{4,5}$

Примечание * объединенная проба с точек 5 и 6

Почва – торфяная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, имеет слабокислую реакцию среды. Следует отметить живучесть осушительной сети объекта, обеспечивающей удовлетворительный водный режим на осушенном торфянике после нескольких десятилетий отсутствия уходовых работ. Однако в настоящее время уже возможны длительные периоды подтопления. Для повышения плодородия почв на объекте необходимо провести ряд агрохимических мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию: внесение повышенных доз фосфорных (65-75 кг д.в./га) и калийных удобрений (180-220 кг д.в./га). Ожидаемая продуктивность от 36,5 ц к.ед./га.

Условия объекта можно охарактеризовать как близкие к предельно допустимым при возврате площадей в сельскохозяйственное использование (почти 15 Ки/км², высокий КП при удовлетворительном осушении). Правда, следует ожидать кратного (в разы) снижения загрязненности культурных злаковых трав по сравнению с крапивой. Оценка плотности загрязнения почвы по глубине профиля показала, что на глубине более 20 см

в 7,5, а на глубине 30 см – в 30 раз снижается загрязненность. Это позволяет рассчитывать на то, что при проведении мелиоративных мероприятий по удалению древесно-кустарниковой растительности, глубокой перепахки торфяника т.д., произойдет значительное разбавление пахотного горизонта почвой с более «чистых» горизонтов и снижение плотности загрязнения корнеобитаемой зоны. Тем не менее, возделывание злаковых травосмесей для откорма КРС возможно только с использованием технологии с последующим переводом на заключительном этапе на чистые корма: удельная активность зеленой массы по ^{137}Cs составляет 936,4 Бк/кг, а по ^{90}Sr – 41,9 Бк/кг.

Объект «Красный берег» – самотечная осушительная система в пойме р. Чечера. Площадь реконструкции около 300 га, стоимость реконструкции около 600 тыс. \$, расположен севернее г. Чечерска, прямо за границей города. Плотность загрязнения 179-188 кБк/м² (4,8-5,1 Ки/км²) по ^{137}Cs и 3,45-8,82 кБк/м² (0,09-0,24 Ки/км²) по ^{90}Sr , частично используется для выпаса частного и общественного стада, частично находится в зоне отчуждения и отселения. Помимо реконструкции открытой мелиоративной сети площадь нуждается в агромелиоративных работах (очистке от древесно-кустарниковой растительности, ликвидации кочек, перезалужении). Объект полностью или частично пригоден для возделывания влаголюбивых злаковых трав под сенокосное и пастбищное использование.

В штатном режиме работы мелиоративная сеть объекта должна поддерживать следующие уровни грунтовых вод после спада весеннего половодья или наводнений вызванных летне-осенними паводками: ранний весенний период от 0,6 до 0,9 м, остальной период от 0,9 до 1,0 м.

На рисунке 4 представлено размещение точек отбора почвенных и растительных проб и мелиоративной сети на объекте «Красный Берег».

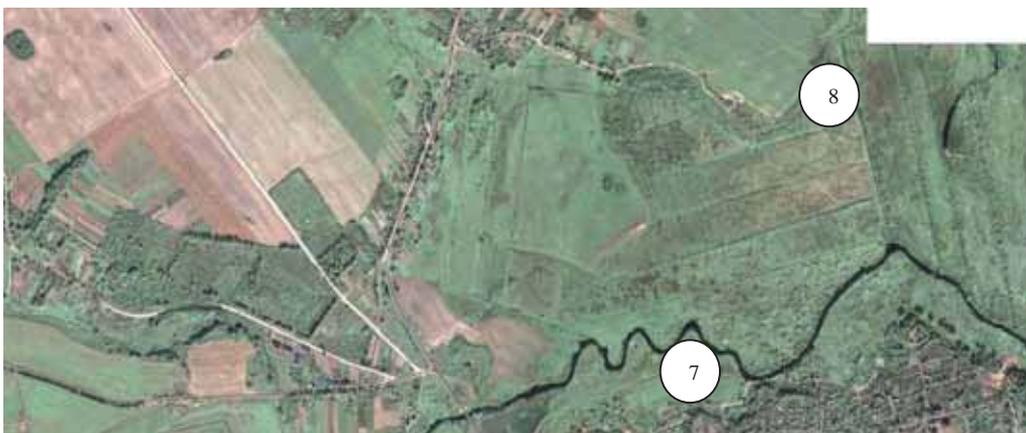


Рисунок 4 – Точки отбора образцов на радиоактивность почвы и растительности на объекте «Красный Берег» Чечерского района

В табл. 6 приведены результаты агрохимических и радиологических анализов почвы и растительности на объекте «Красный Берег». Следует отметить, что согласно уста-

новленным правилам, этот объект должен быть осушен в первую очередь именно потому, что он граничит с г. Чечерск и на нем должны быть проведены мероприятия по снижению загрязнения сельскохозяйственной продукции до возможно низкого уровня, даже если с их помощью и не удастся получить допустимый уровень загрязнения кормов.

На объекте почва представлена несколькими разновидностями. В точке 7 – торфяная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, имеет слабо кислую реакцию среды (таблица 6). В точке 8 – супесчаная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, имеет кислую реакцию среды (таблица 6). Объект располагается в незащищенной пойме и прилегающей к ней территории, мелиоративная сеть в плохом состоянии, поэтому водный режим неудовлетворительный. Проведение мелиоративных мероприятий позволит его улучшить.

Таблица 6– Агрохимическая и радиозэкологическая характеристика объекта «Красный берег»

Название объекта, видовой состав растений	Урожайность сухой массы, кг/м ²	Агрохимические параметры			Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ки/км ²)		Удельная активность растительности, Бк/кг/Кп	
		рН _{KCl} (ГОСТ 26483-85)	по Кирсанову		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
			P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг				
Красный берег-1 (точка 7), осоко-злаковый травостой	0,67	5,5	434	114	188 (5,1)	3,45 (0,09)	$\frac{7261}{38,66}$	$\frac{<2,0}{<0,67}$
Красный берег-2 (точка 8), осоковый травостой	0,85	4,4	67,99	73,43	179 (4,8)	8,82 (0,24)	$\frac{894}{4,98}$	$\frac{<2,0}{<0,22}$

Ожидаемая продуктивность от 45 ц к.ед./га

Для повышения плодородия почв на объекте необходимо провести ряд агрохимических мероприятий, которые помогут снизить поступление радионуклидов в растениеводческую продукцию: в точке 7 – внесение повышенных доз фосфорных (65-75 кг д.в./га) и калийных удобрений (180-220 кг д.в./га); в точке 8 – необходимо при перезалужении провести известкование (7,0 т/га), внести 50-60 кг д.в./га фосфорных и 160-180 кг д.в./га калийных удобрений.

Необходимо провести мероприятия по улучшению видового состава травостоя путем подсева в дернину устойчивых к длительному затоплению злаков или перезалужению. С учетом реально полученных КП ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для сена, которые составляют 38,66 и <0,67 соответственно в точке 7 и 4,98 и <0,22 для ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в точке 8 удельная активность сена природного сообщества трав в соответствующих точках 7 и 8 составит – 7295 (¹³⁷Cs) и 2,2 (⁹⁰Sr) Бк/кг и 934 (¹³⁷Cs) и 0,7 (⁹⁰Sr) Бк/кг соответственно. Таким образом, пойменные земли можно будет использовать только для откорма скота мясного направления или рабочих лошадей, а на отдельных участках (например, как в точке 8) заготавли-

вать сено для получения молока цельного или использовать его для производства сыров и творога. Однако есть вероятность снижения КП и, следовательно, загрязненности травяных кормов за счет, во-первых, строительства более интенсивной осушительной сети, которая улучшит осушение, а во-вторых, замены осоковых культурными видами трав, которые кратно меньше накапливают радионуклиды, чем осоковые.

Кормянский район. Подобран один объект, на надпойменной террасе р. Сож, прилегающий к восточной окраины г. Корма. Самотечная осушительно-увлажнительная система «Корма», оценочно площадь реконструкции 300 га, стоимость 600 тыс. \$. Объект первоочередной реконструкции так как примыкает к г. Корма. В штатном режиме осушительно-увлажнительная система должна поддерживать уровни грунтовых вод дифференцированные по видам угодий в соответствии с таблицей 7.

Для объекта особенно актуально требования учета либо дезактивации понижений, в которых невозможно и слишком дорого поддерживать требуемый гидрологический режим. Эти участки следует выводить из оборота с установкой соответствующих знаков.

Объект «Корма» (рис. 5). Большая часть площади находится в зоне отчуждения и отселения, хотя на сегодня плотность загрязнения 250-402 кБк/м² (6,7-10,8 Ки/км²) по ¹³⁷Cs и 6,44-7,09 кБк/м² (0,17-0,19 Ки/км²) по ⁹⁰Sr. Частично используется под пашней (вне зоны отчуждения) и лугопастбищными угодьями.

Таблица 7 – Рекомендуемые уровни грунтовых вод для объекта «Корма»

Вид сельхозугодий, период вегетации	Диапазон УГВ, м
Пахотные угодья	
1. Ранний весенний период	от 0,6 до 0,9
2. Июнь	от 0,8 до 1,1
3. Начало июля	от 1,0 до 1,4
Кормовые угодья	
1. Ранний весенний период	от 0,6 до 0,9
2. Остальной период	от 0,9 до 1,0

Спутниковая фотография (рисунок 5) показывает высокую степень закустаренности объекта и расположение мелиоративной сети. Состояние сети от удовлетворительного (севернее дороги «Корма-Струмень») до неприемлемого (в створе деревень Сапожки-Бервены). Там требуется реконструкция. К тому же площадь нуждается в агро-мелиоративных работах (очистке от древесно-кустарниковой растительности, перезалужении). Объект частично пригоден для возделывания злаковых и бобовых трав под сенокосное и пастбищное использование и под выращивание зерновых. Причем значительная часть площади объекта хорошо осушена (на момент обследования даже переосушена), хотя имеются площади с признаками длительного переувлажнения (южная часть).

На рисунке 5 представлено размещение точек отбора почвенных и растительных проб на объекте «Корма» Кормянского района. В таблице 8 приведены результаты агро-химических и радиологических анализов почвы и растительности на объекте «Корма».



Рисунок 5 – Точки отбора образцов на радиоактивность почвы и растительности на объекте «Корма»

Таблица 8 – Агрохимическая и радиоэкологическая характеристика объекта «Корма»

Название объекта, видовой состав растений	Урожайность сухой массы, кг/м ²	Агрохимические параметры			Плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ки/км ²)		Удельная активность, Бк/кг/Кп	
		рН _{ксл} (ГОСТ 26483-85)	по Кирсанову		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
			P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг				
Корма-1 (точка 9), осокозлаковый травостой	0,45	7,0	48	45	402 (10,8)	7,09 (0,19)	987	139,5
Корма-1 (точка 9), люцерна	0,30						2,46	19,92
Корма-1 (точка 9), кукуруза (зеленая масса)	0,41						643	185,7
Корма-Сапожки (точка 10), осоковый травостой	0,34	4,8	44	84	250 (6,7)	6,44 (0,17)	54	21,7
							0,13	3,1
							671	51,2
							2,68	3,5

Почва на объекте песчаная, относится к низко обеспеченным по фосфору и калию, кислотность по объекту распределяется от кислой до нейтральной, водный режим удовлетворительный. Уровень загрязнения ¹³⁷Cs (умеренно высокий) и ⁹⁰Sr позволяет помимо трав возделывать набор культур, сформированных в севообороты (таблица 9). Для повышения плодородия почв на объекте необходимо провести ряд агрохимических мероприятий, в т.ч. внести органические удобрения: точка 9 – 30-40 т/га под зерновые и 70 т/га под кукурузу, вносить 65-75 кг д.в./га фосфорных и 160-200 кг д.в./га калийных удобрений в зависимости от варианта использования; точка 10 – требуется проводить

известкование 5,5-6,0 т/га, вносить 65-75 кг д.в./га фосфорных и 160-200 кг д.в./га калийных удобрений в зависимости от варианта использования.

По уровню загрязнения целесообразно возделывать овес, ячмень, озимую рожь, кукурузу на зеленую массу и/или зерно. За счет подбора культур и применения агротехнологических приемов возможно получение кормов для производства молока цельного и мяса согласно РДУ-99, а также для производства молока-сырья для переработки на сыр и творог.

Выбор способа использования зависит от места расположения: в пойме – злаковые травосмеси, видовой состав которых определяется поемностью объекта в данной точке, на первой надпойменной террасе возможно реализовать как севообороты, так и отвести их для использования под сенокосами и/или пастбищами. Во всех случаях будет обеспечено получение кормов пригодных для производства цельного молока и молока для переработки на сыры и творог.

Таблица 9 – Прогнозируемый уровень загрязнения продукции на объекте «Корма»

Севооборот	Удельная активность продукции, Бк/кг	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
1. Вико-овсяные смеси (на зеленую массу) 2. Злаковые травы (выводное поле до 5 лет)+поукосные после 1 укоса последнего года жизни 3. Кукуруза на зерно/зеленую массу 4. Ячмень	19,8-32,0 62,0-99,9 (637,1*) 17,4-28,0 19,8-32,0	25,9-29,0 38,6-43,1 (100,9*) 13,7-15,3 11,9-13,3
1. Вико-овсяные смеси (на зеленую массу) 2. Злаковые травы (выводное поле до 5 лет)+поукосные после 1 укоса последнего года жизни 3. Кукуруза на зерно/зеленую массу (до 3 лет на одном месте) 4. Овес	19,8-32,0 62,0-99,9 17,4-28,0 24,8-40,0	25,9-29,0 38,6-43,1 13,7-15,3 9,8-11,0
Вико-овсяные смеси (на зеленую массу) Озимая рожь Кукуруза на зерно/зеленая масса (до 3 лет на одном месте) Ячмень Озимая рожь + пожнивные Овес	19,8-32,0 9,9-16,0 17,4-28,0 19,8-32,0 9,9-16,0 24,8-40,0	25,9-29,0 7,4-8,2 13,7-15,3 11,9-13,3 7,4-8,2 9,8-11,0
Ячмень+ пожнивные Вико-овсяные смеси (на зеленую массу) Кукуруза на зеленую массу и/или зерно (до 3 лет на одном месте) Озимая рожь + пожнивные Просо зерно + пожнивные	19,8-32,0 19,8-32,0 17,4-28,0 9,9-16,0 19,8-32,0	11,9-13,3 25,9-29,0 13,7-15,3 7,4-8,2 11,9-13,3

Примечание * при возделывании трав на сено. Ожидаемая продуктивность рекомендованных севооборотов при средней интенсификации уровня ведения сельскохозяйственного производства 25-35 ц к.ед./га

Заключение

Комплексные обследования мелиоративных объектов по периметру зон отчуждения в четырех районах Гомельской области показали, что имеется возможность ввести в сельскохозяйственный оборот около 3000 га мелиорированных угодий. Все выведенные из зоны отчуждения мелиоративные системы более 20 лет были лишены эксплуатационного ухода и в значительной мере утратили свою работоспособность. Прежде чем вводить их в сельскохозяйственное использование, необходимо провести реконструкцию. Это на большинстве из них снизит вынос радиоактивных веществ в 5-15 раз. Предлагаемые к использованию, как правило, даже после реконструкции мелиоративных систем осушенные земли представляют собой зоны рискованной хозяйственной деятельности. Поэтому на них обязателен детальный учет плотности и состава загрязнителей, почвенных условий и водного режима.

Для интенсивного сельхозпроизводства на этих землях необходимо внести повышенные дозы фосфорных и калийных удобрений, а также провести известкование. Внесение азотных удобрений необходимо проводить с учетом почвенной и растительной диагностики.

Проведенный анализ состояния мелиоративных систем исследуемых районов и технической возможности предприятий мелиоративных систем и передвижных механизированных колон в дополнение к объемам реконструкции и эксплуатационных работ, предусмотренных Государственной программой «Сохранение и использование мелиорированных земель на 2011-2015 гг.» показал, что у районных мелиоративных предприятий имеются резервные мощности для проведения реконструкции обследованных площадей без ущерба иным запланированным работам по восстановлению и поддержанию работоспособности мелиоративных систем Добрушского, Ветковского, Чечерского и Кормянского районов.

Таким образом, можно рекомендовать райисполкомам обследованных районов инициировать в установленном порядке процедуру финансирования и проведения дополнительных работ по реконструкции и введению в сельскохозяйственный оборот подорванных мелиоративных систем.

Литература

1. Афанасик, Г.И. Приемы снижения радионуклидной загрязненности растениеводческой продукции на осушаемых землях Белоруссии / Г.И. Афанасик, Д.С. Пятница, Э.Н. Шкутов. – Минск: МиВХ, 2001 – №5. – с. 40-44.
2. Методика выполнения измерений ОА и УА Sr-90, Cs-137 и K-40 в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. МВИ. МН 1181-2007.
3. Методика радиохимического определения удельной активности стронция-90 в почвах и растениях без разделения в системе стронций-кальций. МВИ. МН 1932-2003.

Summary

Shkutov E.N., Luchenok L.N., Ivanov V.P.

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF DRAINAGE AND EFFECTIVE AGRICULTURAL USE SYSTEMS REHABILITATION, REMOVED OF EXCLUSION AND RESETTLEMENT ZONE

Comprehensive survey of drainage facilities along the perimeter of exclusion in four districts of Gomel region have shown that there is a possibility of introducing into the agricultural revolution about 3000 ha of reclaimed land. Even after the reconstruction of drainage systems, the drained land is still the risky area for agriculture. Therefore, they required a detailed account of the density and composition of pollutants, soil conditions and water treatment provided by a network of reclamation.

Поступила 10 февраля 2012 г.