

## НАКОПЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ГРУНТОВЫХ ВОД ПОЛЬДЕРНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

**В.С. ФИЛИПЕНКО<sup>1</sup>, Н.А. МИШУСТИН<sup>1</sup>, Д.В. КУЗЁМКИН<sup>2</sup>, Н.А. ЧИГРИН<sup>2</sup>,  
О.Н. ЛЕВШУК<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>БФ РНИУП «Институт радиологии»,  
г. Пинск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Полесский государственный университет  
г. Пинск, Республика Беларусь

**Введение.** Современное ухудшение состояния мелиоративных систем ведет к уменьшению продуктивности сельскохозяйственных угодий. Перспективное развитие сельскохозяйственного производства во многом будет определяться теми усилиями, которые общество сможет направить на восстановление высокого уровня плодородия земли [1-3]. В сфере мелиоративного строительства акценты должны сместиться в сторону модернизации, ремонта и переустройства мелиоративных систем для обеспечения оптимальных параметров их функционирования и максимального снижения содержания радионуклидов в продукции растениеводства [4-6].

Одним из практически значимых результатов прикладных радиологических исследований по восстановлению экологического состояния сельскохозяйственных угодий является разработка рекомендаций по реконструкции мелиоративных систем на загрязненных радионуклидами землях [7-10]. Поэтому исследования, направленные на изучение накопления <sup>137</sup>Cs в многолетних злаковых травах на периодически переувлажняемых и реконструируемых польдерных мелиоративных системах Брестской области, загрязнённых радионуклидами, являются актуальными и позволяют минимизировать накопление <sup>137</sup>Cs в травостое многолетних злаковых трав.

**Методика и объекты исследования.** В качестве объектов исследования использовались загрязненные радионуклидами польдерные мелиоративные системы. Исследования проводились в Лунинецком районе на польдере «Ракитно», в Столинском – на польдере «Ольманы-1», в Пинском – на мелиоративной системе «Козицкое».

Для получения достоверных результатов исследования проводились в течение вегетативного периода 2016 г. При этом каждая выбранная к исследованию мелиоративная система имела свои особенности.

Польдерная система «Ольманы-1» Столинского района характерна тем, что для понижения уровней воды наряду с насосной станцией в магистральном канале имеется труба-регулятор (ТР) для самотечного сброса воды. ТР осуществляет регулирование стока на мелиоративной системе в летний период. Выше по течению на магистральном канале имеется два шлюза-регулятора (ШР), обеспечивающих поддержание уровней грунтовых вод в верхнем и среднем течении канала.

Польдерная мелиоративная система «Ракитно» Лунинецкого района осушается исключительно с помощью насосной станции, которая играет роль регулятора уровней грунтовых вод на массиве. На насосной станции ведется учет откачанной воды и время работы насосной станции, а также измеряются уровни воды в аванкамере водоподводящего канала до начала и в конце работы насосов.

Увлажнительно-осушительная мелиоративная система на массиве «Козицкое» у населённого пункта Кончицы Пинского района, реконструированная в 2010 году, находится в хорошем состоянии. Территория системы используется, в основном, под посевами многолетних трав. Регулирование стока в магистральном канале хозяйством не производится, хотя и имеются все условия.

**Результаты и их обсуждение.** На уровневый режим увлажнительно-осушительной мелиоративной системы «Козицкое» в начале вегетации существенное влияние оказали выпавшие осадки. Так, в апреле выпало 63,2 мм осадков, в мае – 43,2 мм (подекадно – 6,9; 36,3; 0,0). Уровни воды в каналах мелиоративной сети стояли на отметке 0,2 – 0,4 м от бровки. Подпорные сооружения на каналах сети были наполовину открыты.

Наблюдения за режимом изменения уровней в мелиоративной системе и уровнями грунтовых вод были начаты в мае-месяце на установленных колодцах. Уровень воды в магистральном канале на осушительно-увлажнительной мелиоративной системе «Козицкое» измерялся в верхнем бьефе трубы-регулятора. Подпорное сооружение имело две трубы диаметром 1,2 м, закрываемые

щитовым и ковшовым затворами. Измерения уровней грунтовых вод проводились 1 раз в 10 дней, а при выпадении ливневых осадков - 1 раз в 5 дней. Ход уровней воды определялся выпавшими осадками с задержкой 1 – 2 дня.

В связи с тем, что первый колодец находился на расстоянии от уреза воды в канале всего на расстоянии 43 м, ход уровней грунтовых вод определялся уровнями воды в канале. Отметка поверхности земли на втором колодце выше первого на 55 см, поэтому уровень грунтовых вод (УГВ) по сравнению с первым на соответствующую величину ниже и к концу мая они опустились ниже 120 см.

Почвы на исследуемой территории были представлены мелкозалежным торфяником мощностью 0,5-0,6 м имели плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  на уровне 36 -44 кБк/м<sup>2</sup>. Агрохимические показатели корнеобитаемого слоя почвы следующие: рН по КСИ 7,28 – 7,56; гидролитическая кислотность – 10,5 м-экв на 100 г почвы; содержание подвижного фосфора – 381 - 410 мг на 1 кг почвы, калия – 420-428 мг на 1 кг почвы; зольность верхнего слоя – 47%, степень насыщенности основаниями – 90 -99 %.

При первом укосе урожайность зеленой массы составила 183-186 ц/га, сена – 89,2 - 99,6 ц/га. После уборки сена, после отрастания травы, территорию начали использовать под выпас скота.

В связи с засушливыми погодными условиями и низкими уровнями грунтовых вод второй укос травы не проводился.

Во время измерения УГВ отбирались совмещенные пробы почвы и травостоя для определения коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  в травостой.

Было установлено, что средняя активность почвы на исследуемой территории составляет 39,1 кБк/м<sup>2</sup>, активность зеленой массы травостоя – 64,3 Бк/кг.

В результате анализа полученных данных была установлена зависимость удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе травостоя первого укоса от уровней грунтовых вод (рисунок 1). Расположение точек лучше всего описывается полиномиальной зависимостью (1):

$$A \text{ зел. массы} = 0,0072\text{УГВ}^2 + 1,1522\text{УГВ} + 57,124 \quad (1)$$

Зависимость поверхностной активности почвы от уровней грунтовых вод не установлена, но наблюдается слабая зависимость от влажности корнеобитаемого слоя почвы.

Как следует из рисунка 1, минимум накопления радионуклидов в зеленой массе травостоя наблюдался при уровнях грунтовых вод 80 см от поверхности земли.

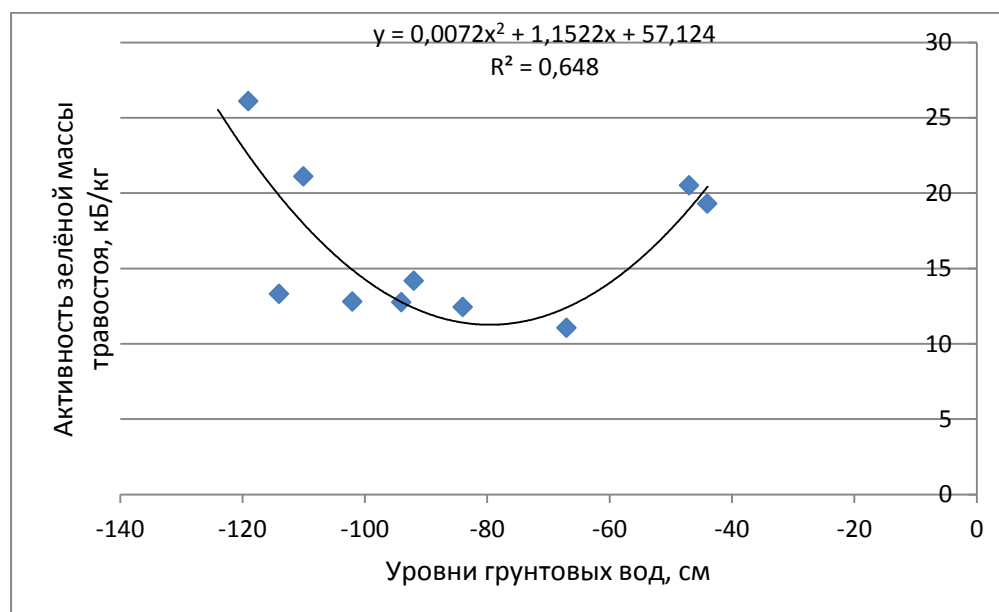


Рисунок 1 – Зависимость активности зеленой массы травостоя от уровней грунтовых вод

Осушение полевой системы «Ракитно» Лунинецкого района производилось исключительно при помощи насосной станции. На основе предварительных исследований был выбран участок с

многолетними травами и с возможностью регулирования уровней грунтовых вод. На выбранном участке был разбит гидроствор и установлено 4 наблюдательных колодца за уровнями грунтовых вод.

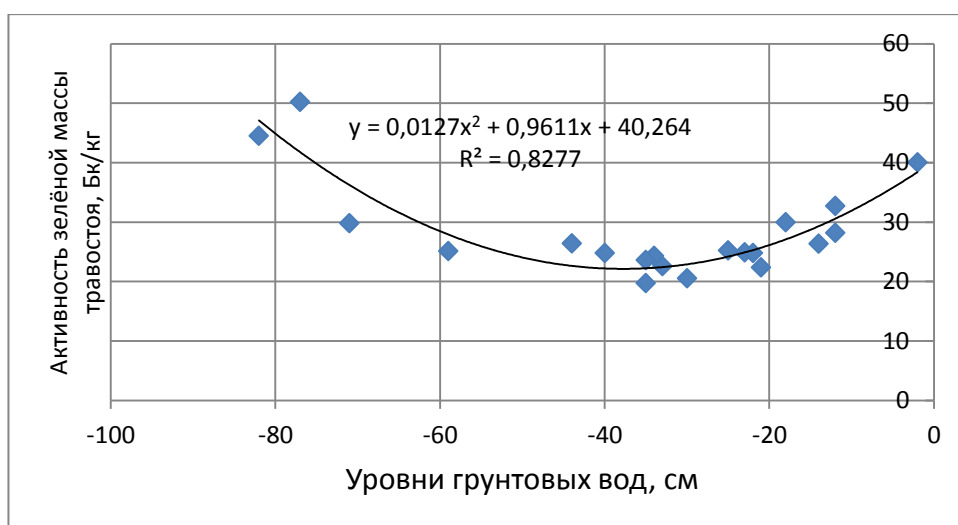
В ходе эксперимента 9 июня была интенсивно сброшена вода из магистрального канала для подготовки территории под перезалужение. 17 июня была скошена трава. Поскольку травостой был старый и изрежен, урожайность травы была невысокая: зеленой массы – 147 ц/га, сена – 49,2 ц/га. Далее, 21 июня, территория была вспахана и проведен посев многолетних трав под покров ржи. После этого уровни воды магистрального канала поддерживались порядка 120 см.

Одновременно с измерениями уровней грунтовых вод отбирались совмещенные пробы почвы и зеленой массы растительности.

Изменение радиоактивности зеленой массы в зависимости от уровней грунтовых вод показано на рисунке 2.

Выявленная зависимость лучше всего описывается полиномиальным уравнением (2):

$$A \text{ зел. массы} = 0,0127УГВ^2 + 0,9611УГВ + 40,264 \quad (2)$$



**Рисунок 2 - Зависимость активности зеленой массы травостоя от уровней грунтовых вод на полевом «Ракитно»**

Согласно данным, приведенным на рисунке 2, минимум накопления  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе травостоя наблюдался при уровнях грунтовых вод 40 см от поверхности земли.

Мелиоративная полевая система «Ольманы-1» из всех исследуемых территорий была наиболее загрязнена радионуклидами. Средняя активность почвы здесь составила  $94,4 \text{ кБк/м}^2$  ( $2,62 \text{ Ки/км}^2$ ).

В ходе проведения эксперимента на исследуемой территории был разбит гидроствор, на котором установлено три наблюдательных колодца за уровнями грунтовых вод и ещё три наблюдательных колодца – на репрезентативных участках мелиоративной сети. Регулирование уровней грунтовых вод производилось путем закрытия трубы-регулятора на сбросном канале возле насосной станции. Уровни грунтовых вод на массиве удалось поддерживать на глубине 60-80 см.

После проведения гидротехнических мероприятий по регулированию УГВ анализируемой полевой системы урожайность зеленой массы при первом укосе составила в среднем  $209,6 \text{ ц/га}$ , сена –  $79,53 \text{ ц/га}$ . В дальнейшем территорию стали использовать под выпас скота.

При измерении уровней грунтовых вод одновременно отбирались пробы почвы и зеленой массы травостоя для определения активности  $^{137}\text{Cs}$ . Анализ изменения содержания радионуклидов в зеленой массе травостоя показал, что минимум накопления наблюдается при уровнях грунтовых вод 60-80 см (рисунок 3).

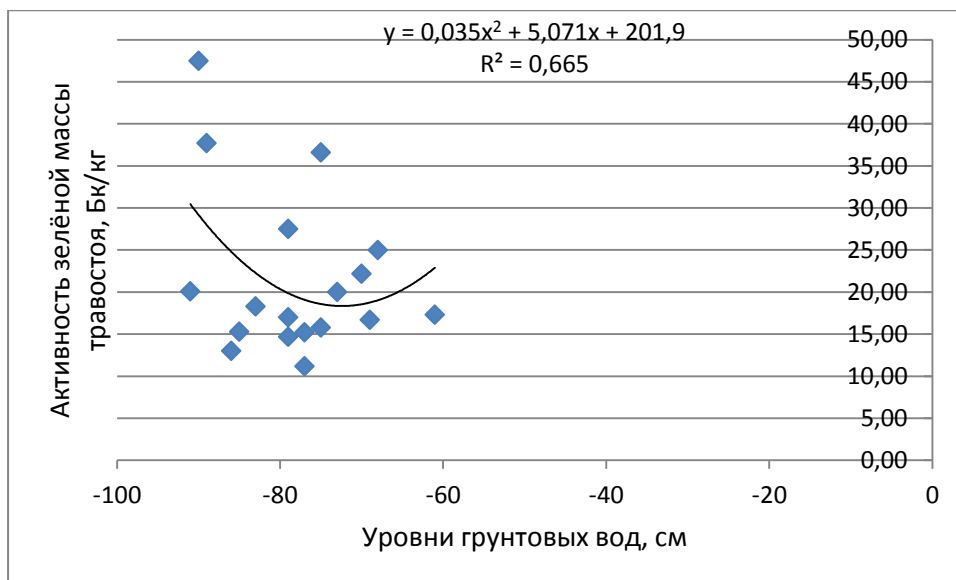


Рисунок 3 – Зависимости активности  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе травостоя от уровней грунтовых вод

Как следует из рисунка 3, зависимость активности зеленой массы трав от уровня грунтовых вод лучше всего описывается уравнением полиномиального вида (3):

$$A \text{ зел. массы} = 0,0357\text{УГВ}^2 + 5,071\text{УГВ} + 201,9 \quad (3)$$

При этом минимум накопления радионуклидов наблюдается при уровнях грунтовых вод 65-70 см от поверхности земли.

Поскольку почвы на всех исследуемых участках представлены мелкозалежным торфяником, а климатические условия года исследования были одинаковы, представилась возможность объединить все наблюдения в один массив. Выполненный анализ накопления  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе травостоя показал, что минимум накопления радионуклидов наблюдается при глубине уровней грунтовых вод 80 см. (рисунок 4). При этом расположение точек лучше всего описывается уравнением полиномиальной зависимости вида (4):

$$A \text{ зел. массы} = 0,002\text{УГВ}^2 + 0,372\text{УГВ} + 34,06 \quad (4)$$

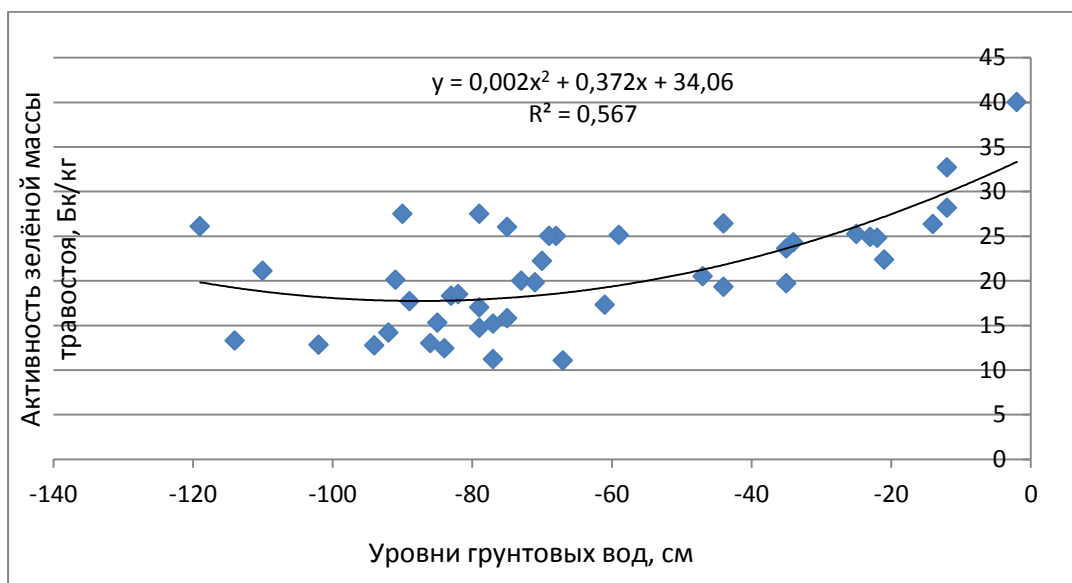
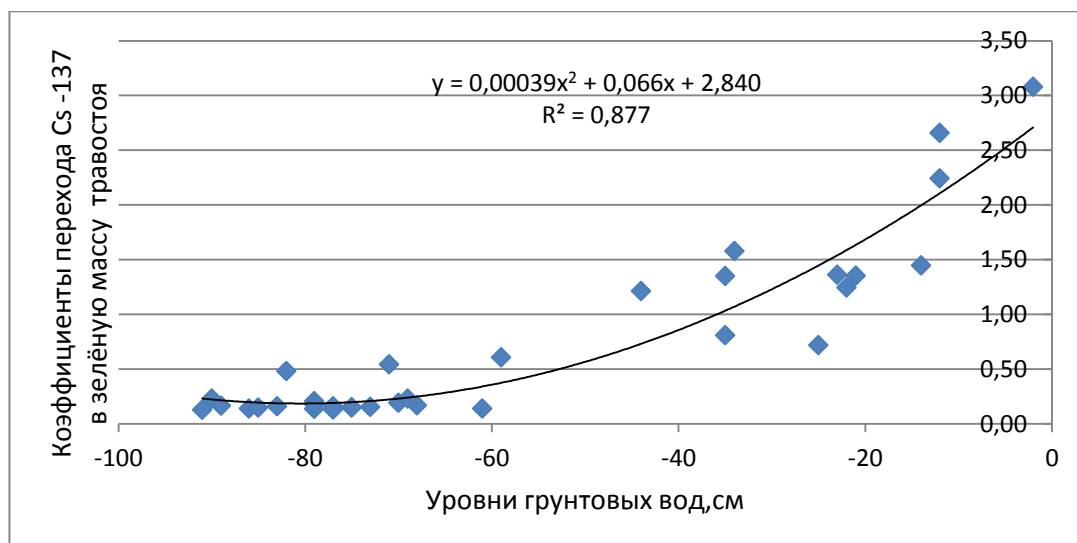


Рисунок 4 – Зависимость активности зеленой массы травостоя от уровней грунтовых вод для всех факторов исследования

Аналогичный анализ был выполнен для вычисления коэффициентов перехода, подтверждающий минимум накопления  $^{137}\text{Cs}$  при уровне грунтовых вод, равном 80 см от поверхности земли (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Зависимость коэффициентов перехода  $^{137}\text{Cs}$  в зеленую массу травостоя для всех районов исследования**

Как следует из рисунка 5, изменение перехода  $^{137}\text{Cs}$  в растения при различных уровнях грунтовых вод лучше всего описывается уравнением полиномиальной зависимости вида (5):

$$K_{\text{П}} = 0,00039\text{УГВ}^2 + 0,066\text{УГВ} + 2,84 \quad (5)$$

Таким образом, выявлена закономерность перехода и накопления  $^{137}\text{Cs}$  в кормовых растениях при различных гидротехнических режимах полевых мелиоративных систем.

#### **Выводы.**

1. Уровень грунтовых вод мелиоративных полевых систем обуславливает содержание  $^{137}\text{Cs}$  в многолетних злаковых кормовых растениях и не влияет на поверхностную радиоактивность торфяных мелкозалежных почв.

2. Между активностью зеленой массы многолетних злаковых трав по  $^{137}\text{Cs}$  и уровнем грунтовых вод мелиоративных полевых систем существует полиномиальная зависимость.

3. Наиболее оптимальным способом минимизации накопления  $^{137}\text{Cs}$  в злаковых растениях на мелкозалежных торфяных почвах является поддержание уровней грунтовых вод в диапазоне 60-80 см от поверхности земли.

#### **Литература**

1. Подоляк А.Г. Влияние условий питания и переход  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в травостой лугов при различных способах их улучшения / А.Г. Подоляк [и др.] // Проблемы радиологии загрязнённых территорий: Юб. тематич. сб./ Республ. науч.-исслед. пред.-е «Институт радиологии». – Минск, 2001. – Вып.1. – С. 27-35.

2. Рекомендации по улучшению суходольных и низинных лугов, подвергшихся радиоактивному загрязнению; под ред. И.М. Богдевича. – Минск, 2004. – 69 с.

3. Рекомендации по использованию мелиорированных загрязнённых радионуклидами земель под сенокосы и пастбища. – Пинск : Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии». – 2009. – С 34.

4. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь ; под редакцией проф. И.М. Богдевича. – Минсксельхозпрод, Комчернобыль. Минск, 2003.-72 с.

5. Система земледелия Брестской области. (Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях Брестской области.) / М.В. Семашкевич [и др.]. – Брест, 1987. – 274 с
6. Мееровский, А.С. Система земледелия на мелиорированных антропогенно – преобразованных почвах / А.С. Мееровский, Д.Б. Даутина, А.В. Семенченко // Мелиорация переувлажненных земель – 2004. – №2(52). – С.171-184
7. Филипенко, Н.К. Влияние уровней грунтовых вод на продуктивность многолетних трав / Н.К. Филипенко, М.В. Подвительская // Мелиорация илугководство на пойменных землях: сб. ст.- Минск, 1996. – С.145-153.
8. Афанасик, Г.И. Снижение радионуклидной загрязнённости растениеводческой продукции на осушенных землях Беларуси / Г.И. Афанасик, Д.С. Пятница, Э.Н. Шкутов // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации : док. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29-30 мая 2001; БелНИИМиЛ. – Минск, 2001. – С. 187-194
9. Афанасик, Г.И. Восстановление загрязнённых радионуклидами переувлажнённых земель / Г.И. Афанасик [и др.]. // Осушительные мелиорации в современных условиях/ ИГиМ УААН, БелНИИМиЛ ААН. – Киев : ИПК «Укрводприрода», 1998. – С. 16-20.
10. Афанасик, Г.И., Постыка В.И., Пятница Д.С., Чайковский В.В., Шкутов Э.Н. Восстановление загрязнённых радионуклидами переувлажнённых земель / Г.И. Афанасик [и др.]. // Осушительные мелиорации в современных условиях; ИГиМ УААН, БелНИИМиЛ ААН. – Киев : ИПК «Укрводприрода», 1998. – С. 16-20.

## **ACCUMULATION OF <sup>137</sup>CESI IN LONG-YEAR CEREAL RIVERS AT DIFFERENT LEVELS OF GROUNDWATERS OF POLDER MELIORATIVE SYSTEMS**

***V.S. FILIPENKO, N.A. MISHUSTIN, D.V. KUZIOMKIN, N.A. TSCHIGRIN, O.N. LEVSHUK***

### ***Summary***

Carrying out research in the field of studying the accumulation of <sup>137</sup>Cs in perennial grasses on periodically waterlogged and reconstructed polder meliorative systems of the Brest Region contaminated with radionuclides "makes it possible to develop recommendations for the operative regulation of water levels in channels of polder reclamation systems to minimize the accumulation of <sup>137</sup>Cs in the grass of perennial grasses. The most rational way to minimize the accumulation of radionuclides is to maintain groundwater levels in the optimum range for shallow peat soils 60-80 cm from the soil surface.

*Статья поступила 14 апреля 2017г.*