

**В.С. ФИЛИПЕНКО**, канд. экон. наук,  
доцент кафедры экономики и организации производства<sup>1</sup>

**Д.В. КУЗЁМКИН**, канд. техн. наук,  
доцент кафедры ландшафтного проектирования<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Полесский государственный университет  
г. Пинск, Республика Беларусь

**А.В. ШАШКО**,  
научный сотрудник<sup>2</sup>

<sup>2</sup>РНИУП «Институт радиологии»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

Статья поступила 4 октября 2017г.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ АДРЕСНОЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ВОДОЕМОВ ПИНСКОГО, СТОЛИНСКОГО, ЛУНИНЕЦКОГО РАЙОНОВ

***Аннотация.** Для предупреждения повышенной радиационной нагрузки на население, связанной с потреблением рыбной продукции загрязненных радионуклидами водоемов, необходимо проведение реабилитационных мероприятий адресной радиационной защиты. Это является эффективным как с экономической точки зрения – за счет увеличения продуктивности прудов, водохранилищ, озер при их передаче в аренду различным субъектам хозяйствования разной формы собственности, так и с точки зрения социально–психологической реабилитации населения.*

**Введение.** На водосборных территориях Днепра и Припяти вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения, что привело к загрязнению радионуклидами многих рыбохозяйственных водоемов. На ранних стадиях аварии наибольшей радиобиологической значимостью обладали короткоживущие радионуклиды, в первую очередь <sup>131</sup>I. В долгосрочном аспекте радиоэкологическая значимость катастрофы на Чернобыльской АЭС в значительной мере определяется загрязнением территории долгоживущими радионуклидами – <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr.

Процесс радионуклидного загрязнения замкнутых водоемов, как и для рек, происходил за счет аэрозольного выпадения на водную поверхность и смыва с площадей водосбора. В озерах и водохранилищах радионуклиды преимущественно сосредоточены в донных отложениях и биоте. Накопление радионуклидов в водной растительности с ежегодным ее отмиранием при отсутствии стока приводит к увеличению их аккумуляции в донных отложениях. Это обуславливает сохранение достаточно высокого уровня содержания радионуклидов в компонентах водных систем замкнутого типа. Для озерных водных систем, расположенных на территории радиоактивного загрязнения и выведенных из антропогенного процесса, характерна тенденция к зарастанию за счет неуправляемого роста биоты различных экологических групп. Это способствует в определенной мере процессу очищения воды от <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr при одновременном возрастании радиоактивности донных отложений.

До настоящего времени существуют водоемы с высокими уровнями удельной активности <sup>137</sup>Cs в гидробионтах, в частности рыбах, являющихся одним из основных источников поступления радионуклида по пищевым цепям к человеку. В связи с этим актуальным является разработка рекомендаций по проведению мероприятий адресной радиационной защиты и использованию рыбной продукции загрязненных радионуклидами водоемов на основе исследований удельной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в организме рыб, а также по изучению накопления этих радионуклидов в донных отложениях в зависимости от типа водоема.

**Методика и объекты исследования.** В Лунинецком, Пинском и Столинском районах Брестской области уровень загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  донных отложений в водоемах естественного происхождения (озера) выше, чем в водоемах искусственного происхождения (водохранилища).

Уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях искусственных водоемов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения, в Брестской области изменяется от 5 Бк/кг (водохранилище Погостское, Пинский район) до 307 Бк/кг (водохранилище Орлы (Дубенецкое) Столинский район)

Максимальный уровень удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  донных отложений в водоемах естественного происхождения отмечен в озере Вулька–2 (Лунинецкий район) – 1380 Бк/кг, минимальный уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях естественных водоемов составил 6,62 Бк/кг (озеро Кострубель, Столинский район) (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни накопления  $^{137}\text{Cs}$  донными отложениями естественных и искусственных водоемов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения

Административная принадлежность	Название водоема	Средние величины удельной активности $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Максимальный уровень удельной активности $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Минимальный уровень удельной активности $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
1	2	3	4	5
<b>Озера</b>				
Пинский район	Богатыревское	22,2	48,4	10,0
Пинский район	Кончицкое	81,2	143,5	19,3
Лунинецкий район	Белое	31,1	53,6	14,2
Лунинецкий район	Черное	43,8	60,5	28,8
Лунинецкий район	Хотетово	25,2	37,2	17,1
Лунинецкий район	Вулька–2	751,5	1380,0	431,7
Столинский район	Кострубель	9,3	12,9	6,6
Столинский район	Большое Засоминое	278,9	335,3	220,7
Столинский район	Либень	58,9	76,3	44,2
Столинский район	Лишня	37,8	48,1	27,2
<b>Водоохранилища</b>				
Пинский район	Погостское	10,6	22,9	4,9
Пинский район	Жидче	18,9	35,3	9,8
Лунинецкий район	Велута	19,3	22,7	16,4
Лунинецкий район	Межлесье	28,3	56,8	12,3
Столинский район	Орлы (Дубенецкое)	228,7	307,1	151,2
Столинский район	Морочно	48,9	116,5	16,9

Уровень загрязнения донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  оказывает влияние на его накопление в рыбной продукции. Для установления данной зависимости было получено регрессионно–корреляционное уравнение (1) вида:

$$y=0,56x+35,96 \quad (1)$$

где  $y$  – уровень удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе, Бк/кг;  
 $x$  – уровень загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  донных отложений, Бк/кг.

Из данного уравнения следует, что при уровне загрязнения донных отложений замкнутых естественных и искусственных водоемов свыше 168 Бк/кг существует вероятность того, что свежая рыба и рыбные продукты не будут соответствовать допустимому уровню содержания  $^{137}\text{Cs}$ , уста-

новленному техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР/ТС 021/2011) [1].

Исходя из уровня радиоактивного загрязнения донных отложений замкнутых водоемов Брестской области, рекомендуется проведение мероприятий по радиационной защите на озерах Вулька-2, Большое Засоминое и в водохранилище Орлы (Дубенецкое).

**Результаты и их обсуждение.** Ихтиофауна водоемов, расположенных на территории Столинского, Пинского и Лунинецкого районов представлена примерно 50 видами рыб, из которых 11 были выловлены за период проведения исследований. В число выловленных видов рыб входят: щука, окунь, лещ, линь, густера, карась, плотва, красноперка, карп, уклея, ёрш.

Согласно техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1], допустимым уровнем содержания  $^{137}\text{Cs}$  в свежей рыбе и рыбной продукции является 130 Бк/кг, по  $^{90}\text{Sr}$  – до 100 Бк/кг.

Согласно действующим на территории Беларуси РДУ-99 [2], данный норматив для  $^{137}\text{Cs}$  составляет 370 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  и не нормируется (рисунок).

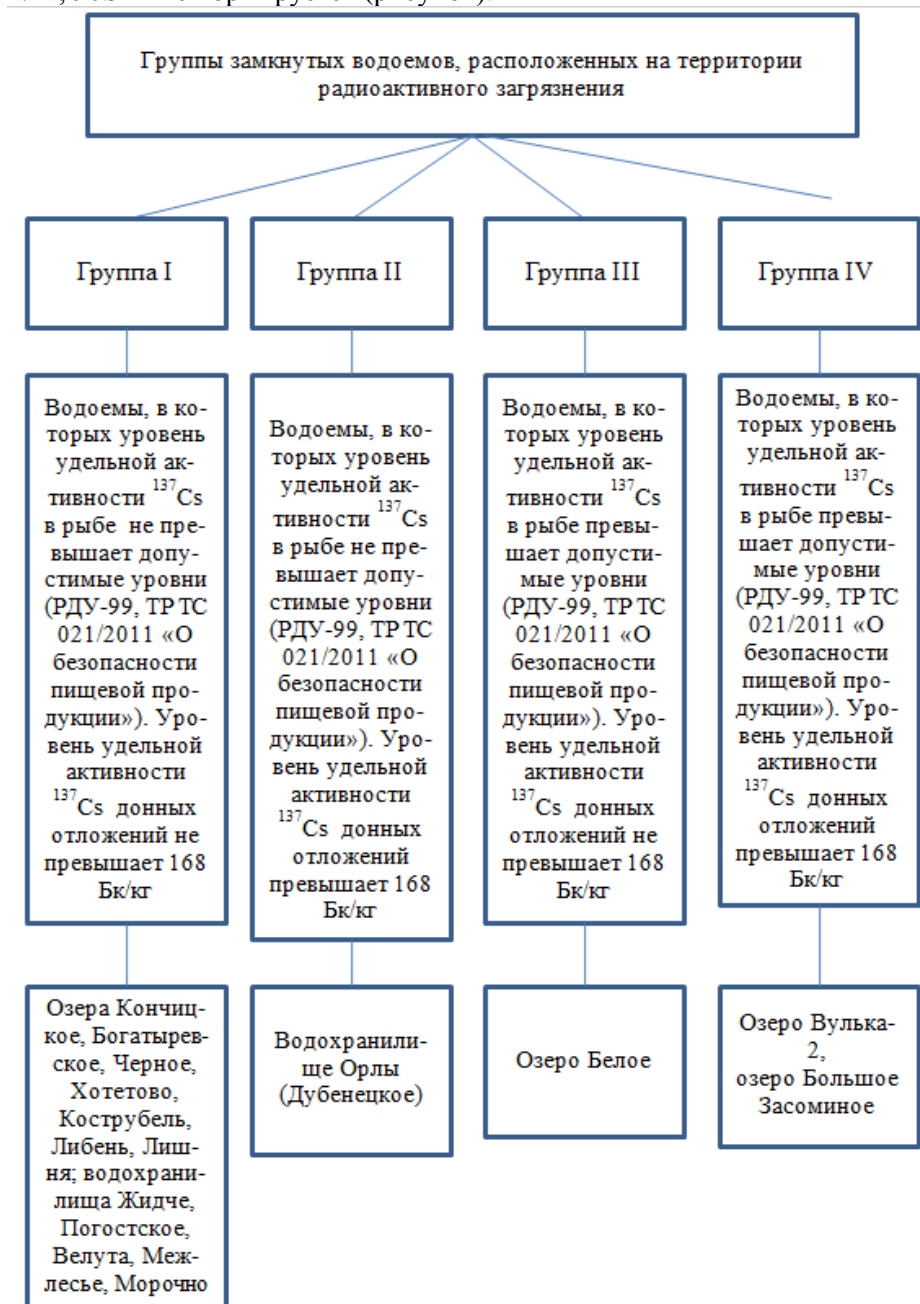


Рисунок – Группировка замкнутых водоемов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения

Рыба, выловленная в озерах и водохранилищах Пинского района, не превышает допустимые уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  как по РДУ–99, так по техническому регламенту Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Максимальные уровни удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  отмечены в тушке окуня, выловленного в водохранилище Жидче (134,4 Бк/кг), и в тушке леща, выловленного в озере Богатыревское (117,3 Бк/кг).

Таблица 2 – Уровни накопления  $^{137}\text{Cs}$  рыб естественных и искусственных водоемов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения, Бк/кг

Водоем	Вид рыбы										
	Щука	Окунь	Лещ	Линь	Густера	Карась	Плотва	Карп	Уклея	Красноперка	Ёрш
Озеро Кончицкое	103,7	110,2	105,8	30,3		104,1	88,3	25,8	61,5		24,8
Озеро Богатыревское	96,5	–	117,3	112,7	–	–	13,8	–	–	–	–
Водохранилище Жидче	92,3	134,4	60,4	–	79,4	66,7	79,2	–	23,0	23,9	–
Водохранилище Погостское	40,6	36,2	42,5	–	–	8,5	16,9	12,8	–	–	–
Озеро Белое	–	150,1	–	–	–	–	51,8	–	–	–	–
Озеро Черное	80,4	–	–	68,3	–	83,9	25,4	–	–	–	–
Озеро Хотетово	17,7	14,8	62,3	16,1		18,6				24,6	
Озеро Вулька–2	201,4	723,8	–	–	–	191,2	–	–	–	–	–
Водохранилище Велута	37,1	13,6	21,1	–	–	12,1	23,9	36,8	–	15,6	–
Водохранилище Межлесье	–	33,4	29,1	–	–	–	19,7	–	–	18,2	–
Озеро Кострубель	–	12,8	–	–	–	–	–	–	51,1	–	–
Озеро Большое Засоминое	–	1186	–	–	–	–	453,1	–	–	–	–
Озеро Лишня	63,6	–	–	–	–	–	17,6	–	–	20,5	–
Озеро Либень	–	42,7	34,1	–	–	–	18,9	–	–	–	–
Водохранилище Орлы	–	52,1	20,6	33,7	–	34,7	–	–	–	64,6	–
Водохранилище Морочно	–	71,9	33,5	–	–	–	47,2	–	–	–	–

Уровни накопления  $^{137}\text{Cs}$  рыбами, выловленными на репрезентативных объектах Лунинецкого района, не превышают допустимые (РДУ–99, ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»), за исключением рыб из озера Вулька–2 и озера Белое.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  тушки окуня, выловленного в озере Вулька–2, составила 723,8 Бк/кг, что превышает республиканские допустимые уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  (РДУ–99) в 1,96 раза.

Согласно технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», превышение содержания  $^{137}\text{Cs}$  отмечено у всех видов рыбы, отловленной в озере Вулька–2. Уровень удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  тушки окуня, щуки и карася, выловленных в озере Вулька–2, составил 723,8; 201,4; 191,2 Бк/кг, что превышает допустимый уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$ , определенный техническим регламентом Таможенного союза, в 5,56; 1,55 и 1,47 раза соответственно.

На водоеме Белое Лунинецкого района значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в тушке окуня составило 150,1 Бк/кг, что в 1,15 раза превышает допустимый уровень, определенный техническим регламентом Таможенного союза.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  промысловых рыб в водоемах различается в зависимости от вида рыб, положения в трофической структуре водоема и типа водоема, в котором они обитают. Максимальные значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  отмечены у хищных видов рыб. У окуня, выловленного в озере Белое, удельная активность составила 150,1 Бк/кг, у щуки, выловленной в озере Черное – 80,36 Бк/кг, а у щуки, выловленной в озере Вулька–2 – 723,8 Бк/кг. Минимальные уровни удельной активности отмечены у мирных видов рыб. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  у карася составила 12,02 Бк/кг, у плотвы – 23,9 Бк/кг, у красноперки – 15,6 Бк/кг (водохранилище Велута) (таблица 2).

Уровень накопления  $^{137}\text{Cs}$  рыбами, выловленными в озере Большое Засоминое Столинского района, превышает республиканские допустимые уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  (РДУ–99) и технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Удельная активность пробы окуня составила 1186 Бк/кг, а пробы плотвы – 453,1 Бк/кг [3].

На остальных репрезентативных водоемах Столинского района превышения допустимых уровней содержания  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе не зафиксировано.

Уровень удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  у всех выловленных видов рыб в замкнутых водоемах не превышает допустимые уровни удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ , определенные техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Согласно данного регламента, уровень удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  не должен превышать 100 Бк/кг.

На замкнутых водоемах Лунинецкого, Пинского и Столинского районов Брестской области радиологический фактор не ограничивает промысловый лов рыбы и организацию любительского рыболовства. Уровень накопления  $^{137}\text{Cs}$  основными видами рыб, выловленными на репрезентативных объектах Лунинецкого, Пинского и Столинского районов, не превышает допустимые уровни (РДУ–99, ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»), за исключением рыб, выловленных в озере Вулька–2, Белое и Большое Засоминое.

Таким образом, для предупреждения повышенной радиационной нагрузки на население, связанной с потреблением рыбной продукции загрязненных радионуклидами водоемов, необходимо проведение мероприятий адресной радиационной защиты.

**Выводы.** При ведении рыбохозяйственной деятельности на территории, загрязненной радиоактивными веществами, вся получаемая продукция может содержать радионуклиды, поэтому необходимо конкретизировать задачи мероприятий по снижению содержания радионуклидов в рыбной продукции, которые могут различаться в зависимости от радиоэкологической ситуации.

При разработке реабилитационных мероприятий для замкнутых водоемов Брестской области за основу были приняты технологические приемы, обеспечивающие получение рыбной продукции с содержанием радионуклидов, соответствующие санитарно–гигиеническим нормативам, изложенные в Руководстве по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 1993–1995 гг.; во Временных рекомендациях по ведению рыбоводства и профилактике заболеваний рыб в условиях радиоактивного загрязнения на примере ОАО «Опытный рыбхоз «Белое» Житковичского района Гомельской области (2004 г.); в Рекомендациях по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 гг.; в Рекомендациях по безопасному проживанию и ведению личного подсобного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории (2003 г.); в Руководстве по ведению сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях Республики Беларусь и Российской Федерации (2005 г.).

Проведение реабилитационных мероприятий на водоемах, рассматриваемых как интенсификация их использования, эффективно как с экономической точки зрения (увеличение продуктивности прудов, водохранилищ, озер) при их передаче в аренду различным субъектам хозяйствования разной формы собственности, так и с точки зрения социально–психологической реабилитации населения.

### Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», 2011. – 242 с.
2. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция - 90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ – 99): ГН 10–117–99 (в ред. 2006 г). – Минск, 1999. – 143 с.
3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012 – 2016 годы / Департамент по ликвидации по-

следствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; [подготовили: Н.Н. Цыбулько и др.]. – Минск, 2012. – 121с.

**FILIPENKO V.S.**  
**KUZIOMKIN D.V.**  
**SHASHKO A.V.**

## **RECOMMENDATIONS ON MEASURES TARGETED OF RADIATION PROTECTION AND USE OF FISH PRODUCTS CONTAMINATED RESERVOIRS OF PINSK, STOLIN, LUNINETS REGIONS**

*Summary.* The recommendations to high radiation burden on the population related to the consumption of fish products contaminated bodies of water, it is necessary to conduct rehabilitation address their radiation protection. It is effective both from the economic point of view – due to the increase in the productivity of ponds, reservoirs and lakes when the lease of the various business entities of different ownership forms, and from the point of view of socio-psychological rehabilitation of the population.

### **References**

1. *Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soiuz. TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoi produktsii* [Technical regulations of the Custom Union. TP TS 021/2011 On the safety of food products]. Minsk, 2011. 242 p. (In Russian)
2. *Respublikanskiye dopustimyye urovni sodержaniya radionuklidov tseziya-137 i strontsiya - 90 v pishchevykh produktakh i pit'evoi vode (RDU – 99): GN 10–117–99 (v red. 2006 g)* [Republican permissible levels of cesium-137 and strontium-90 radionuclides in food and drinking water (RDU - 99), GN 10-117-99]. Minsk, 1999. 143 p. (In Russian)
3. *Rekomendatsii po vedeniiu sel'skokhoziaistvennogo proizvodstva v usloviakh radioaktivnogo zagriazneniya zemel' Respubliki Belarus' na 2012 – 2016 gody* [Recommendations for management of agricultural production in conditions of radioactive contamination of lands of the Republic of Belarus for 2012 – 2016]. Ed. N.N. Tsybul'ko et al. Minsk, 2012. 121 p. (In Russian)

*Received 4 october 2017*