

УДК 614.876:631.145

## О СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ ТЕРРИТОРИЯХ

**В.Л. Гурачевский,**

*начальник центра по радиологии и качеству продукции сельского хозяйства ИПК и ПК АПК БГАТУ,  
канд. физ.-мат. наук, доцент*

**И.И. Кучинская,**

*зав. сектором сельскохозяйственной радиологии и охраны окружающей среды  
Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь*

**И.Г. Хоровец,**

*ст. преподаватель каф. инновационного развития АПК ИПК и ПК АПК БГАТУ*

*В статье анализируются ущерб, нанесенный чернобыльской аварией АПК Беларуси; распределение сельскохозяйственных земель по зонам радиоактивного загрязнения, пострадавших административных районов по удельному весу загрязненных земель. Обсуждаются система защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве и их эффективность, решенные и нерешенные проблемы.*

*Ключевые слова: чернобыльская авария, агропромышленный комплекс, радиоактивное загрязнение, сельскохозяйственные земли, дозы облучения, цезий-137, радиационная защита, защитные мероприятия.*

*The article analyzes the damage caused by the Chernobyl disaster to the agro-industrial complex of Belarus and the distribution of farmlands by zones of radioactive contamination, affected administrative districts by the specific weight of contaminated land. The system of protective measures and their effectiveness in agricultural production, the solved and unsolved problems are discussed.*

*Keywords: Chernobyl disaster, agro-industrial complex, radioactive pollution, farmlands, radiation dose, caesium-137, radiation protection, protective measures.*

### Введение

Вопросы ведения сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях освещаются в имеющейся литературе либо вне связи с порожденными чернобыльской катастрофой другими проблемами [1, 2], либо фрагментарно, в разрезе конкретного региона, административной единицы [3,4], либо с использованием устаревших данных [5-8].

Цель работы – представить уточненную и более полную картину последствий чернобыльской аварии для агропромышленного комплекса республики, усилий государства и конкретных мероприятий по их преодолению.

### Основная часть

Согласно источникам [7; 9], в структуре ущерба, нанесенного Беларуси чернобыльской аварией и составляющего 235 млрд долларов США, свыше 30 % приходится на агропромышленный комплекс (рис. 1).

Непосредственно после аварии площадь сельскохозяйственных территорий, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения, составляла 1800 тыс. га, а их доля в составе земель сельскохозяйственного назначения – 20,8 % [5]. С 1986 по 1991 годы на наиболее загрязненных территориях в связи с отселе-

нием людей были ликвидированы 54 колхоза и совхоза, выведены из сельскохозяйственного оборота 264 тыс. га земель (рис. 2). Это привело к снижению валового сбора сельскохозяйственных культур, уменьшению поголовья скота, но значительно уменьшило производство продукции с высоким содержанием радионуклидов.

Ситуация в пострадавших районах существенно неоднородна и в первую очередь зависит от принадлежности к той или иной зоне радиоактивного загрязнения.

Согласно Закону «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», зонирование территорий осуществляется на основании четырех критериев: с учетом плотности загрязнения цезием-137, стронцием-90, трансурановыми элементами (изотопы плутония-238, 239, 240), а также среднегодовой эффективной дозы облучения жителей. Далее в основном речь пойдет о загрязнении основным дозообразующим элементом – цезием-137.

В законе оговорено, что к загрязненным относятся территории с плотностью загрязнения цезием-137 свыше  $1 \text{ Ки/км}^2$  и установлены следующие зоны радиоактивного загрязнения (здесь и далее для удобства будет использоваться внесистемная единица  $1 \text{ Ки/км}^2 = 37 \text{ кБк/м}^2$ ).

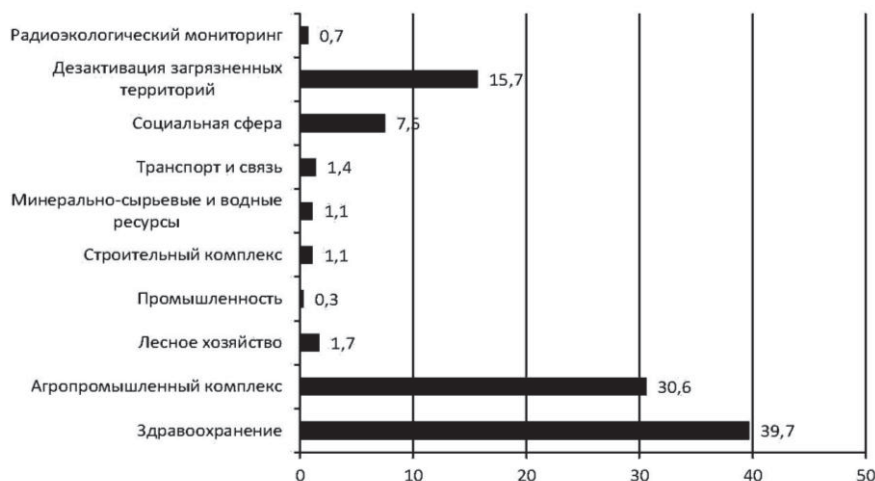


Рисунок 1. Структура социально-экономического ущерба Беларуси от аварии на ЧАЭС (%)

*Зона отчуждения* – наиболее загрязненная территория площадью около 170 тысяч га, с которой в 1986 году было эвакуировано население. Иногда ее называют «30-км зоной», но это достаточно условно, поскольку границы зоны имеют сложную форму. Основная ее часть находится в Брагинском, Хойникском и Наровлянском районах и входит в состав Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, где действует особый правовой режим. Здесь выпало 97 % наиболее опасных трансурановых радионуклидов, 73 % стронция-90 и 30 % цезия-137, поэтому эти земли даже в отдаленной перспективе не могут быть возвращены в сельскохозяйственный оборот. В доаварийный период здесь работали 25 сельхозпредприятий в 92 населенных пунктах. В 1993 году после уточнения радиационной обстановки площадь заповедника составила 217 тыс. га [9].

*Зона первоочередного* (плотность загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км<sup>2</sup>) и *зона последующего*

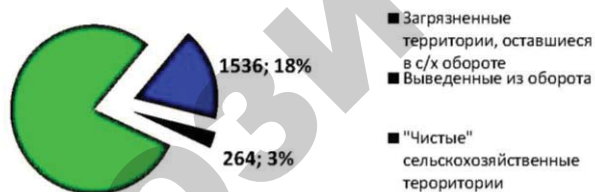


Рисунок 2. Площади (тыс. га) и доли (%) загрязненных территорий, оставшихся в сельхозобороте и выведенных из него в начальный период после аварии

*отселения* (плотность загрязнения 15 – 40 Ки/км<sup>2</sup>). Отселение жителей и процесс выведения земель из оборота происходили в 1986-1989 гг. Наибольшее количество земель было выведено в Брагинском, Ветковском, Хойникском, Наровлянском, Добрушском районах Гомельской области, Костюковичском, Краснопольском, Славгородском и Чериковском районах Могилевской области. На этих территориях было ликвидировано около 20 сельхозорганизаций. По

состоянию на 01.01.2020 в зоне последующего отселения проживает 1 491 человек [9], и сельскохозяйственная деятельность здесь значительно ограничена.

*Зона с правом на отселение* (плотность загрязнения 5 – 15 Ки/км<sup>2</sup>) и *зона проживания с периодическим радиационным контролем* (плотность загрязнения 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup>). В этих зонах разрешено проживание жителей при условии не превышения среднегодовой эффективной дозы значения 1 мЗв. Численность населения в первой из них за прошедшие годы уменьшилась примерно в 3 раза, и по состоянию на 01.01.2020 составляет 92 473 человек. Вторая зона наиболее обширная, на 01.01.2020 здесь проживает 1 009 644 человек [9]. Ведение сельского хозяйства в этих зонах осуществляется с соблюдением норм и правил радиационной безопасности и с обязательным проведением защитных мероприятий, позволяющих получать нормативно чистую продукцию.

Согласно [9], к 2020 году доля загрязненных территорий в сельскохозяйственных землях снизилась с 20,8 до 11,5% или 848 тыс. га (рис. 3). Это снижение объясняется рядом причин, в первую оче-

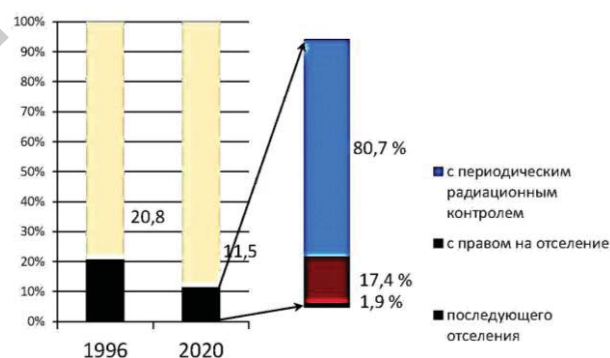


Рисунок 3. Доля (%) загрязненных сельхозугодий и их распределение по зонам радиоактивного загрязнения

редь переходом части земель в категорию незагрязненных вследствие естественного распада радионуклидов (период полураспада основных чернобыльских радионуклидов – цезия-137 и стронция-90 составляет около 30 лет). На рисунке 3 также представлено распределение загрязненных сельскохозяйственных угодий по зонам радиоактивного загрязнения.

Часть ранее выведенных из оборота земель с высокой плотностью загрязнения радионуклидами цезия-137 и стронция-90, где возможно получение нормативно чистой продукции, была возвращена в сельскохозяйственное пользование. Она составляет

19,1 тыс. га, то есть около 7 % выведенных земель [9]. Такой возврат осуществляется только после тщательного радиационного обследования.

До сих пор рассматривались сельскохозяйственные земли в целом. Аналогичная картина складывается по отдельности для пашни и многолетних насаждений, а также сенокосов и пастбищ. При этом следует учитывать, что из 848 тыс. га загрязненных сельскохозяйственных земель пашня и многолетние насаждения занимают 566 тыс. га, луговые земли – 282 тыс. га.

В рамках данной статьи не рассматривается подробно ситуация на территориях, загрязненных стронцием-90. Отметим, что загрязнение этим радионуклидом охватывает территории примерно в 2,5–3 раза меньшие, чем цезием-137. Эти территории, как правило, загрязнены и цезием-137, и в общем положении дел с сельхозпроизводством складывается схожая картина.

На рис. 4. представлена ситуация с радиоактив-

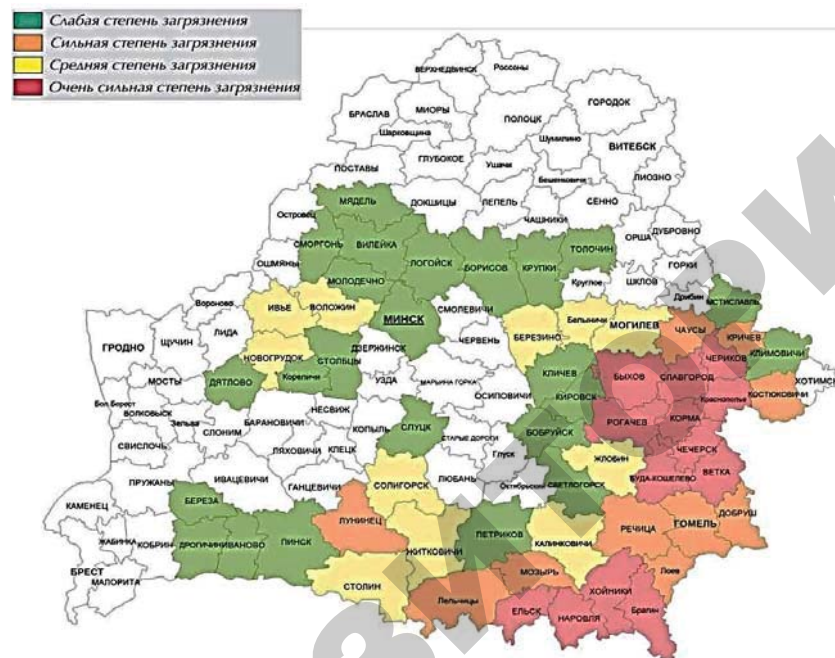


Рисунок 4. Картограмма районов по удельному весу загрязненных земель

ным загрязнением цезием-137 сельскохозяйственных земель районов Беларуси [2]. Цвет заливки отражает одну из четырех градаций: слабая, средняя, сильная и очень сильная доля загрязненных земель.

Основные массивы загрязненных цезием-137 сельскохозяйственных земель находятся в Гомельской (42,5 % от их общей площади) и Могилевской (22,8 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель составляет, соответственно, 3,1 %, 1,4 % и 2,5 %.

Важнейшим механизмом облучения населения в результате чернобыльской аварии является поступление радионуклидов в организм с продуктами питания. По разным оценкам вклад внутреннего облучения в формирование коллективной дозы составляет 70–90 %. Поэтому с первых дней после аварии значительные усилия специалистов и ученых институтов аграрного профиля НАН Беларуси были направлены на уменьшение перехода радионуклидов из почвы в растения и другие пищевые цепочки, получение сельскохозяйственной продукции с содержанием радионуклидов в пределах законодательно утвержденных допустимых уровней (Республиканских допустимых уровней – РДУ-99). В результате сложилась достаточно полная и эффективная система защитных мер (табл. 1) [1; 7].

Подробную информацию об особенностях этих мероприятий с конкретными примерами можно найти в [1; 2; 6]. Согласно источнику [7], наиболее эффективными мероприятиями являются: известкование кислых почв, внесение повышенных доз минеральных и органических удобрений, подбор культур и сортов, использование химических средств защиты растений. Эти меры как повышают урожайность культур, плодородие почв, так и уменьшают переход радионуклидов из почвы в растения. Значительный эффект прино-

Таблица 1. Система защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве

Организационные	Технологические	Агрохимические	Зооветеринарные
исключение земель из пользования; изменение отраслевой специализации хозяйств (перепрофилирование); оптимизация землепользования, структуры посевов и севооборота на основе подбора сельхозкультур; создание культурных пастбищ и сенокосов; обследование земель и радиационный контроль	первичная поверхностная очистка и промывка продукции; предварительная технологическая обработка; глубокая технологическая переработка	известкование кислых почв; внесение оптимальных доз фосфорных и калийных удобрений; оптимизация азотного питания растений; применение микроудобрений; использование средств защиты растений	использование специальных кормовых рационов для различных видов животных, с учетом возраста и хозяйственного назначения; регулирование пастбищного содержания животных, раздельный выпас скота для производства цельного молока и молока-сырья; применение цезийсвязывающих ферроцинсодержащих добавок к кормам

сит создание культурных кормовых угодий в сельскохозяйственных организациях и личных подсобных хозяйствах.

Все эти мероприятия требуют значительных финансовых затрат. Уместно отметить, что основная часть работ по преодолению последствий чернобыльской катастрофы сосредоточена в рамках государственных программ. Начиная с 1990 г. в республике реализуются Государственные программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. В настоящий момент завершается выполнение пятой из них, на 2011–2015 годы и на период до 2020 года [10]. Общий объем финансирования мероприятий всех программ начиная с 1990 (с учетом прогноза на 2020 г.) составит в эквиваленте 19,2 млрд долл. США (рис. 5).

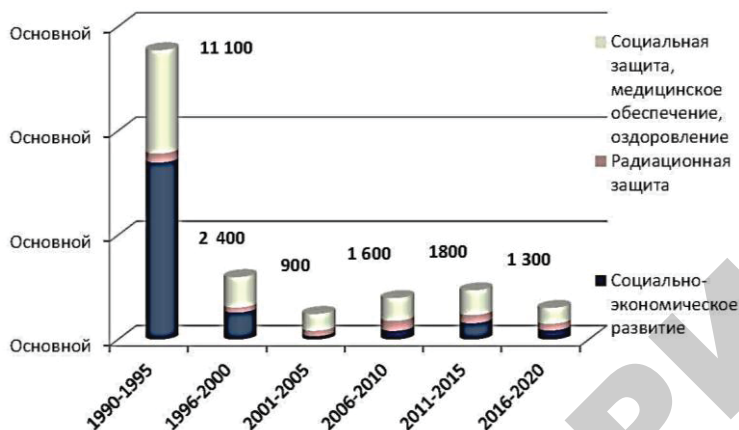


Рисунок 5. Финансирование Государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, млн долл. США в эквиваленте

Основной объем финансовых средств направлен на социально-экономическое развитие пострадавших территорий (9 млрд долл. США, или 47,6 %) и на реализацию мероприятий по социальной защите граждан (8,2 млрд долл. США, или 43,4 %).

Работы по защитным мерам в сельскохозяйственном производстве сосредоточены в рамках раздела радиационной защиты и адресного применения защитных мер, на которые выделено 1,6 млрд долл. США, или 8,5 % от общего объема финансирования всех мероприятий [7].

В свою очередь, согласно источнику [9], около ¼ средств этого раздела направлено на финансирование защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве (табл. 2)

Распределение финансирования защитных мероприятий в наиболее пострадавших районах по областям республики представлено в табл. 3 [3].

В 2019 году на эти мероприятия направлено всего 66,44 млн бел. рублей, в том числе на агрохимические меры – 63,2 млн, на радиологическое обследование сельскохозяйственных земель – 1,02 млн рублей, прочие мероприятия – 2,22 млн рублей.

Отдельно отметим эффективность сложившейся в Беларуси системы радиационного контроля и мониторинга, в конечном итоге направленная на снижение доз облучения населения. В рамках этой системы контролируются пищевые продукты, продовольственное и сельскохозяйственное сырье, продукция леса, ведется мониторинг загрязнения почв радионуклидами.

Действующие Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) разработаны с таким расчетом, чтобы среднегодовая эффективная доза облучения жителей Беларуси не превысила 1 мЗв. Допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания населения Беларуси являются более жесткими, чем в других странах и союзах. Например, по содержанию стронция-90 нормативы Беларуси жестче нормативов Таможенного союза в 5,4 раза – для хлеба, в 6,7 раза – для молока, в 10,8 раза – для картофеля, в 13,5 раза – для детского питания [9].

Указанная система требует надлежащего приборного и кадрового обеспечения. В Республике Беларусь разработана и выпускается современная приборная база для измерения и контроля ионизирующих излучений [11].

**Таблица 2. Финансовое обеспечение радиационной защиты и адресного применения защитных мер, 2016–2020 гг., млн бел. руб.**

Наименование мероприятий	Всего, млн руб.	Направлено 2016-2019 гг.		2020 г. (прогноз)	
		млн руб.	уд. вес, %	млн руб.	уд. вес, %
Комплекс защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве	<b>342,5</b>	258,7	77,7	83,8	75,2
Ликвидация, захоронение объектов, содержание системы захороненных объектов	<b>43,5</b>	30,8	9,2	12,7	11,4
Защитные мероприятия в лесном хозяйстве	<b>0,12</b>	0,1	0,1	0,02	0,02
Обеспечение правового режима зон отселения, ПГРЭЗ	<b>55,5</b>	41,0	12,3	14,5	13,0
Радиационный мониторинг и контроль	<b>2,6</b>	2,2	0,7	0,4	0,38
<b>Всего</b>	<b>444,22</b>	<b>332,8</b>	<b>100,0</b>	<b>111,42</b>	<b>100,0</b>

**Таблица 3. Финансовое обеспечение защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве в разрезе областей, 2016-2020 гг., млн бел. руб.**

Всего	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
342,5	19,9	0,04	210,3	6,4	23,8	82,1
Уд. вес, %	5,8	-	61,4	1,9	6,9	24,0

Практическое использование постоянно обновляющегося приборного парка требует соответствующей подготовки специалистов системы радиационного контроля. Эта работа ведется в подразделениях повышения квалификации кадров, причем в них зачастую осуществляется фактически переподготовка и даже подготовка специалистов. Старейшее и наиболее мощное подразделение по повышению квалификации специалистов республиканской системы радиационного контроля действует в ИПК и ПК АПК БГАТУ, где ежегодный контингент слушателей радиологов составляет 350 – 400 специалистов, а всего с 1990 по 2019 год прошли подготовку и повышение квалификации 13 тыс. человек.

Что дало проведение всех этих мероприятий? Известно, что за послеаварийный период переход цезия-137 из почвы в сельскохозяйственную продукцию снизился в 15-20 раз. Согласно источнику [2], около половины этого снижения обусловлено именно проведением защитных мер (другая половина приходится на природные факторы распада и фиксации почвой радионуклидов цезия).

В течение последних лет зерно, картофель, овощи в общественном секторе производятся с содержанием цезия-137 в 2-10 раз ниже установленных допустимых уровней (РДУ-99). Применение метода предубойного откорма животных кормами с низким содержанием радионуклидов в рационе позволило, начиная с 2011 года, исключить возврат скота с мясокомбинатов по результатам прижизненного радиационного контроля. С 2014 года на перерабатывающие предприятия не поступало загрязненное молоко [7].

Значительно улучшилась ситуация в частном секторе. Создание улучшенных сенокосов и пастбищ для молочного стада личных подсобных хозяйств привело к тому, что норматив по содержанию цезия-137 превышался лишь в отдельных населенных пунктах в единичных случаях. Накопление радионуклидов цезия в овощах, выращиваемых на хорошо окультуренных почвах приусадебных участков, находится в пределах 10-40 % от допустимых уровней [7].

Что касается стронция-90, то его поступление в пищевые цепочки за прошедшее после аварии время снижено примерно в 3 раза [9]. Это снижение произошло в большей мере за счет защитных мер и рас-

пада радионуклида, так как подвижность стронция в почве и доступность его растениям, в отличие от цезия-137, имела тенденцию к повышению.

По данным Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, в 2019 году только в двух населенных пунктах Брагинского и Хойникского районов были обнаружены пробы молока коров с незначительным превышением нормативов РДУ-99 по стронцию-90 [9]. Максимальное его содержание в анализируемых пробах молока было в пределах 3,8-5,3 Бк/л, или в 4-6 раз ниже требований ЕАЭС.

К числу не решенных относятся следующие проблемы:

- благодаря защитным мероприятиям, на части массивов загрязненных земель поддерживается содержание подвижных форм фосфора и калия на 10-20 % выше, чем на незагрязненных почвах. Однако еще предстоит улучшить калийный и фосфатный режим на половине площади луговых почв и 20-30 % пашни [7];

- до сих пор в Хойникском, Брагинском, Ветковском и Наровлянском районах Гомельской области регистрируются случаи превышения допустимого содержания стронция-90 в силосе, сенаже и зеленой массе;

- вызывает озабоченность тот факт, что темпы дегумификации загрязненных почв в 2-3 раза выше, чем в целом по республике. В то же время обеспеченность почв гумусом является одним из важных параметров, определяющих накопление радионуклидов в растениях. Известно, что повышение содержания гумуса в почвах с 1,0 до 3,5 % приводит к снижению накопления радионуклидов в растениеводческой продукции в 1,5-3,5 раза [2]. Необходимо использование всех имеющихся источников обогащения почв органикой, проведение дополнительных мероприятий почвозащитного земледелия, в том числе по расширению доли многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей и сокращению доли пропашных культур.

### Заключение

Анализ радиационной обстановки, сохраняющейся в ряде районов республики, особенно с сильной степенью загрязнения, позволяет утверждать [2, 8], что резкое снижение объема защитных мероприятий неминуемо приведет к повышению содержания радионуклидов в продукции АПК. Таким образом, ведение сельского хозяйства на загрязненных территориях по настоящее время нуждается в проведении научно обоснованных защитных мер.

Проведенный к настоящему времени комплекс таких мероприятий позволил минимизировать объемы производства сельскохозяйственного сырья и продукции, не отвечающих требованиям РДУ. Однако для гарантированного поступления на стол потребителя нормативно чистых продуктов питания необходимо и далее поддерживать эффективное функционирование службы радиационного контроля в АПК.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / Под ред. проф. И.М. Богдевича. – Минск: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 72 с.

2. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате крупных радиационных аварий / Под ред. Н.Н. Цыбулько – Минск: Институт радиологии, 2012. – 439 с.

3. Подоляк, А.Г. Влияние вертикальной миграции и форм нахождения <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в почвах на их биологическую доступность на примере естественных лугов Белорусского Полесья / А.Г. Подоляк // Агрехимия. – 2007. – № 2. – С. 72-82.

4. Тимофеев, С.В. Программа изменения специализации сельскохозяйственного производства, направленная на получение нормативно чистой продукции и повышение ее рентабельности в СПК «Маложинский» Брагинского района / С.В. Тимофеев. – Минск: Институт радиологии, 2003. – 23 с.

5. Шевчук, В.Е. 15 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. / В.Е. Шевчук, В.Л. Гурачевский. – Минск: Триолета, 2001. – 118 с.

6. Шевчук, В.Е. 20 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад. / В.Е. Шевчук, В.Л. Гурачевский. – Минск: Беларусь, 2006. – 112 с.

7. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь / Коллектив авторов и рецензентов. – Минск: Институт радиологии, 2016. – 116 с.

8. Гурачевский, В.Л. Последствия чернобыльской аварии в Беларуси и их преодоление / В.Л. Гурачевский. – Минск: БГАТУ, 2017. – 68 с.

9. Беларусь и Чернобыль: 34 года спустя. Информационно-аналитические материалы [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: URL: [https://rbic.mchs.gov.by/upload/iblock/112/belarus-i-chernobyl.-34-goda-spustya.pdf?\\_ga=2.177772645.1795956203.1590656410-1241989156.1590656410](https://rbic.mchs.gov.by/upload/iblock/112/belarus-i-chernobyl.-34-goda-spustya.pdf?_ga=2.177772645.1795956203.1590656410-1241989156.1590656410). – Дата доступа: 03.05.2020.

10. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года. – Минск: Институт радиологии, 2011. – 132 с.

11. Гурачевский, В.Л. Радиационный контроль: физические основы и приборная база / В.Л. Гурачевский. – Минск: Институт радиологии, 2014. – 160 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 18.06.2020

## Микропроцессорная система кормления свиней

*Предназначена* для оперативного изменения доз кормления, контроля процесса кормления, учета расхода сухого и жидкого корма.

Разработанная система позволяет автоматизировать процесс кормления свиней, повысить эффективность и снизить издержки производства свинины.

### Основные технические данные

1. Полная совместимость с типовым технологическим оборудованием КПС-54, КПС-108.
2. Нормированное кормление, оперативное изменение норм кормления.
3. Расчет фактических объемов замеса и раздачи жидкого корма без остатков.
4. Сокращение времени кормления в 1,5...2 раза.
5. Значительно дешевле и лучше западных аналогов.

