DOI CrossRef: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-2-10
УДК 631.95:577/636.08

Проблемы ведения животноводства после аварии на Чернобыльской АЭС: радиационная обстановка, защитные мероприятия

Санжарова Н.И.
Sanzharova N.I.

Санжарова Н.И., д.б.н., проф., чл.-корр. РАН, директор,
г. Обнинск, natsan2004@yandex.ru

Фесенко С.В., д.б.н. проф. зам. директора по НИР,
г. Обнинск, corwin_17f@mail.ru

Исамов Н.Н., к.б.н., в.н.с., г. Обнинск,
nizomis@yandex.ru

Цыгвинцев П.Н., к.б.н., в.н.с., г. Обнинск,
paul-gomel@mail.ru

Губарева О.С., к.б.н., с.н.с. г. Обнинск,
gosolga56@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение "Всероссийский научно-исследовательский
институт радиологии и агроэкологии"

Ключевые слова: авария на Чернобыльской атомной
электростанции, животноводство, молоко, мясо, защитные
мероприятия

Резюме. После аварии на ЧАЭС был выполнен обшир-
ный комплекс защитных и реабилитационных мероприя-
тий. Следствием реализации крупномасштабных программ
по ликвидации последствий аварии в агропромышленном
производстве стало резкое снижение (до 10–20 раз) кон-
центрации радионуклидов в основных видах сельскохозяй-
ственной продукции (молоке, мясе, продукции растение-
водства), что обусловило значительное уменьшение дозо-
вых нагрузок на население. В настоящей работе представ-
лены обобщенные данные по радиационной обстановке в
первый период после катастрофы на ЧАЭС, а также по
защитным и реабилитационным мероприятиям в кормо-
производстве и животноводстве на территориях Брянской,
Калужской, Тульской и Орловской областей. 30-летний
опыт ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в сфере
агропромышленного производства убедительно свидетель-
ствует, что в результате реализации научных программ и
комплекса реабилитационных мероприятий радикально
оздоровлена радиологическая и социально-психологичес-
кая ситуация на селе, а также в значительной мере восста-
новлен потенциал аграрного сектора экономики в регионе
воздействия аварии. В животноводстве высокую эффек-
тивность доказал метод предубойного откорма животных
"чистыми" кормами (за 3–4 недели до забоя животных

Problems of animal husbandry after the Chernobyl accident: radiation situation, counter-measures

Sanzharova N.I., Fesenko S.V., Isamov N.N.,
Tsygvintsev P.N., Gubareva O. S.

Russian Institute of Radiology and Agroecology

Key words: accident at Chernobyl atomic power plant,
animal husbandry, milk, meat, counter - measures

Abstract. An extensive set of protective and rehabilitation
measures was carried out after the Chernobyl accident. The
consequence of the implementation of large-scale programs to
eliminate the consequences of the accident in agro-industrial
production was a sharp decrease (up to 10-20 times) in the
concentration of radionuclides in the main types of agricultural
products (milk, meat, crop products), which led to a significant
reduction in doses to the population. Summarized data on the
radiation situation in the first period after the Chernobyl disaster,
as well as on protective and rehabilitation measures in feed
production and animal husbandry in the territories of the Bryansk,
Kaluga, Tula and Oryol regions are presented briefly in this
article. The 30-year experience in the liquidation of the
consequences of the Chernobyl accident in the field of agro-
industrial production convincingly shows that as a result of the
implementation of scientific programs and a set of rehabilitation
measures, the radiological and socio-psychological situation in
the village has been radically improved, and the potential of the
agricultural sector of the economy in the impact region has been
significantly restored. In animal husbandry, the method of
pre-slaughter feeding of animals with "clean" feeds proved
high efficiency (3-4 weeks before slaughter, the animals were
transferred to fattening with a low content of ^{137}Cs in the diet).
These measures, which were adjusted on the basis of an intravital
determination of ^{137}Cs content in animals, were applied to 5-20
thousand heads of cattle (cattle) in southwest areas of the Bryansk
region. The use of ferrocine is one of the most effective methods
and leads to a 4-6-fold decrease in the concentration of ^{137}Cs in
milk and meat. The use of ferrocine-containing preparations,
which reached more than 1 million head treatments per year,
during a period of slowing down the pace of agrotechnical and
agrochemical protective measures ensured the preservation of the
achieved minimum volumes of livestock production with ^{137}Cs
content exceeding the standards. The annual use of drugs provides
a decrease in the concentration of ^{137}Cs to the sanitary and
hygienic standard level of more than 30 thousand tons of milk and
5 thousand tons of meat in slaughter weight.

переводили на откорм с низким содержанием ^{137}Cs в раци-
оне). Эти мероприятия, которые корректировались на ос-
нове прижизненного определения содержания ^{137}Cs в жи-
вотных, были применены для 5–20 тыс. голов крупного
рогатого скота (КРС) в юго-западных районах Брянской
области. Применение ферроцина служит одним из наибо-
лее эффективных приемов и приводит к 4–6-кратному сни-
жению концентрации ^{137}Cs в молоке и мясе. Использование
ферроцинсодержащих препаратов, достигавшее более 1
млн. головообработок в год, в период уменьшения темпов
проведения агротехнических и агрохимических защитных
мероприятий обеспечило сохранение достигнутых мини-
мальных объемов производства продукции животновод-

Для цитирования / For citation

Проблемы ведения животноводства после аварии на Чернобыльской АЭС: радиационная обстановка, защитные мероприятия / Санжарова Н.И. [др.] // Ветеринария и кормление. – 2020. №2 – С. 41–45.

Problems of animal husbandry after the Chernobyl accident: radiation situation, counter-measures
/ Sanzharova N.I. [et.al] // Veterinaria i kormlenie. – 2020. — №2 — P. 41–45.

Таблица 1. Объемы проведения коренной мелиорации на сенокосах и пастбищах, тыс. га***Tabl. 1.** Volume of radical improvement in hayfields and pastures, thousand hectares

Год	Область			
	Брянская	Калужская	Тульская	Орловская
1986	19,5	1,6	0,5	0,1
1987	19,5	2,8	0,5	0,1
1988	19,5	3,2	0,5	0,1
1989	19,5	1,8	0,5	0,1
1990	19,5	2,2	0,5	0,1
1991	6,2	2,0	1,5	2,4
1992	6,2	2,0	0,5	2,4
1993	6,2	1,5	0,5	2,4
1994	6,2	1,5	0,5	2,4
1995	6,2	1,5	1,7	2,4
1996	2,6	1,6	1	0,5
1997	2,6	0,4	0,5	0,1
1998	2,6	0,4	0,3	0,1
1999	2,6	0,4	0,1	0,1
2000	2,6	0,2	0,1	0,1
2001	6,1	0,2	0,1	0,1
2002	4,6	0,2	0,1	0,1
2003	6,6	0,2	0,1	0,1
2004	5,8	0,2	0,1	0,1
2005	5,6	0,2	0,1	0,1

* Данные Центров "Агрохимрадиология Брянской Калужской, Тульской и Орловской областей"

ства с содержанием ^{137}Cs , превышающим нормативы. Ежегодное применение препаратов обеспечивало снижение концентрации ^{137}Cs до требований санитарно-гигиенических нормативов в более, чем 30 тыс. тонн молока и 5 тыс. тонн мяса в убойном весе.

ФГБНУ ВНИИРАЭ является единственным в стране центром фундаментальных и прикладных исследований по обеспечению устойчивого развития АПК и производства экологически безопасной продукции и сырья в условиях техногенного воздействия на агросферу, включая разработку научных основ, практических приёмов и технологий ликвидации последствий радиационных, химических и других техногенных аварий.

Основные направления научных исследований

1. Радиобиология сельскохозяйственных растений и животных.

2. Радиоэкология сельскохозяйственных растений и животных.

Таблица 2. Объемы применения ферроцинсодержащих препаратов в Брянской области**Tabl. 2.** Use volumes of ferrocene-containing preparations in the Bryansk region

Год	Бифеж, кг	Ферроцин, кг	Болюсы, шт.
1993	7700	1170	4887
1994	14833	1551	6043
1995	1558	10992	2220
1996	16344	534	3600
1997	12280	208	2300
1998	20506	873	1200
1999	16476	511	4920
2000	7937	198	6258
2001	4751	624	10512
2002	3516,97	1397	0
2003	8338	2035	0
2004	4102	1006	0
2005	1772	0	0

3. Экоотоксикология сельскохозяйственных растений и животных.

4. Фундаментальные и прикладные исследования по применению ионизирующих излучений в технологиях производства, переработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции.

5. Фундаментальные и прикладные исследования, научно-конструкторские работы по разработке и внедрению технологий с применением неионизирующих излучений (СВЧ, УФ) при производстве, переработке и хранении сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции.

6. Прикладные исследования, направленные на решение проблем экологической безопасности в агропромышленном комплексе РФ и обеспечение производства сельскохозяйственной продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим, ветеринарным и фитосанитарным требованиям в условиях техногенного загрязнения.

7. Прикладные исследования по проблемам обеспечения экологической безопасности развития ядерной энергетики и созданию систем радиационно-экологического и агроэкологического мониторинга в районе размещения предприятий энергетики, промышленности и транспорта.

8. Фундаментальные и прикладные исследования по разработке систем ведения сельскохозяйственного производства, созданию и внедрению реабилитационных технологий в сельском хозяйстве на техногенно загрязненных территориях.

Краткая статистическая информация о деятельности организации:

На 1 января 2019 г. численность сотрудников 257 чел., 138 из них связаны с научной деятельностью. Докторов наук – 13 чел., кандидатов наук – 40 чел. (37 чел. в возрасте до 39 лет). 1 член-корреспондент РАН (Санжарова Н.И.), 1 профессор РАН (Панов А.В.)

Численность аспирантов – 11 чел., из них 7 чел. – очно и 4 чел. – заочно.

Число публикаций в РИНЦ – 1499

Число цитирований публикаций в РИНЦ – 11237

Число публикаций в РИНЦ (2014–2019) – 877

Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus (2014–2019 гг.) – 184

За последние пять лет получено 9 патентов, 31 свидетельство о регистрации программ ЭВМ и баз данных.

Одним из наиболее важных направлений деятельности института с 1986 года являлась разработка и внедрение защитных мероприятий в сельском хозяйстве после катастрофы на ЧАЭС. Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий составляет одно из наиболее важных экологических последствий аварии на Чернобыльской АЭС, т.к. оно определило поступление радионуклидов в организм человека и последующее его облучение. Поэтому ключевым направлением реабилитации пострадавших территорий стало восстановление сельскохозяйственного производства [1]. Реабилитация радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения – это система организационных, агротехнических, агрохимических и мелиоративных мероприятий, направленных на обеспечение производства продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам, а также способствующих восстановлению и поддержанию почвенного плодородия [2, 3]. Основным критерием при обосновании необходимости защитных мероприятий в сельском хозяйстве служат не превышение санитарно-гигиенических и ветеринарных нормативов в производимой продукции и дозовых нагрузок на сельское население и сельскохозяйственных работников [4–6].

Авария на Чернобыльской атомной станции произошла 26.04. 1986 г. в 1 ч 24 мин по местному времени. Как по количеству высвобожденных в окружающую среду радиоактивных материалов, так и по площади загрязненных

территорий она являлась самой масштабной и тяжелой в истории ядерной энергетики.

Оценки радионуклидного состава аварийных выбросов ЧАЭС представлены в работах [7, 8]. В целом по большинству радионуклидов оценки 1986 г. удовлетворительно согласуются с более поздними, за исключением выбросов йода и цезия. Согласно последним данным в атмосферу было выброшено 50–60% йода накопленного количества 131I. Значения выбросов 134Cs и 137Cs оцениваются в 23–43% от их содержания в активной зоне.

В первый период после аварии наибольший вклад в радиоактивное загрязнение почвенно-растительного покрова давали сравнительно короткоживущие нуклиды: 89Sr, 95Zr, 95Nb, 131I, 132Te, 132I, 239Np, 140Ba, 140La. В ближней к месту аварии зоне в составе выпадений были представлены 95Zr, 95Nb, 141Ce, 144Ce (менее летучие, тугоплавкие), в дальней – 131I, 134, 137Cs [9]. Максимум содержания йода в почвенно-растительном покрове наблюдался в период с 28 апреля по 9 мая в зависимости от траекторий переноса аварийного выброса и местных метеоусловий. Наибольшее загрязнение местности радиойодом наблюдалось на северной и северо-восточной части следа на территории Украины, Белоруссии и в ряде центральных областей России.

После распада 131I и других короткоживущих радионуклидов с середины 1986 г. на большей части аварийного следа на территории страны определяющими в загрязнении местности являлись 134, 137Cs, а в некоторых районах (в ближней вокруг ЧАЭС зоне) также 90Sr. Наиболее интенсивные радиоактивные выпадения характерны для 30-км зоны. В этой зоне, а также в некоторых районах в северном, северо-западном и северо-восточном направлениях от ЧАЭС, плотность загрязнения территории 137Cs превышала 1500 кБк/км². Северо-северо-восточная зона, включающая в себя загрязненные районы Гомельской, Могилевской и Брянской областей, расположена примерно в 200 км от ЧАЭС. Она сформировалась, в основном, в результате радиоактивных выпадений в период 27–29 апреля 1986 г. Плотности загрязнения 137Cs в некоторых населенных пунктах этой зоны превышали 1110–1480 кБк/м². Восточная зона расположена примерно в 500 км от ЧАЭС, в нее входят некоторые районы Калужской, Тульской и Орловской областей. Плотности загрязнения 137Cs, как правило, не превышали 600 кБк/м². Всего около 150000 км² было загрязнено 137Cs с плотностью более 37 кБк/м². Суммарная активность выпадений на территорию СССР оценивается 4х10¹⁶ Бк (на территорию Белоруссии выпало около 41%, России – 35%, Украины – 24%, и остальных республик менее 1%). Загрязнению подверглось около 58 тыс. км² территории Российской Федерации и 48 тыс. км² Республики Беларусь. Площади сельскохозяйственных земель с плотностью за-

грязнения свыше 37 кБк/м² по 137Cs составили в Беларуси 1,8 млн га, в 4-х наиболее загрязненных областях Российской Федерации (Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областях) – около 2,3 млн га.

На территории России площадь территории с плотностью загрязнения 137Cs выше 185–555 кБк/м² – около 5500 км², 555–1480 кБк/м² – 2100 км², 1480 кБк/м² составляет 310 км².

Выпадения 90Sr в основном имели место в ближней зоне ЧАЭС, где встречаются отдельные участки с плотностью загрязнения более 100 кБк/м². Только сравнительно небольшое число участков с плотностью загрязнения местности 90Sr в 37–100 кБк/м² расположены в Гомельской и Могилевской областях и до 1,5 кБк/м² в Брянской.

Радиологическая ситуация в животноводстве в зоне аварии, особенно в районах с наиболее высокими уровнями радиоактивных выпадений, складывалась весьма напряженно. В первые дни после аварии на пастбищах мощности дозы от радиоактивных выпадений на расстоянии 10–15 км от ЧАЭС достигала 3–4 мГр/ч. В начальный период основные проблемы с получением нормативной продукции были связаны с загрязнением кормовых угодий 131I. Так на юге Беларуси и севере Украины его концентрация в молоке достигала 0,04–0,4 МБк/л.

По нашим оценкам, проведенным на основании методик определения уровня загрязнения шерстно-кожного покрова на теле крупного рогатого скота в зависимости от плотности загрязнения территории [10, 11], эти значения могли составлять 55–75 кБк/см².

Потребление загрязненных кормов при пастбищном или стойловом содержании вели к формированию достаточно больших доз облучения. Основным фактором радиационной опасности в раннюю фазу аварии являлось поступление в организм животных радиоизотопов йода. Облучение щитовидной железы в тиреоэктомических дозах (свыше 200Гр) имело место при поступлении в организм сельскохозяйственных животных 131I суммарной активностью более 5 ГБк [12].

Облучение сельскохозяйственных животных в течение первого года было обусловлено внешним облучением и внутренним облучением в результате потребления загрязненных кормов. Максимальные дозы облучения испытывали желудочно-кишечный тракт, а также отдельные органы и ткани, характеризующиеся избирательным отложением в них некоторых радионуклидов, например, радиойода в щитовидной железе. В острый период аварии удельная активность смеси радионуклидов в кормах, потреблявшихся животными, достигала на территории 30-км зоны 106 – 107 Бк/кг. Дозы облучения млекопитающих и птиц, обитавших постоянно (дикие и брошенные при эвакуации населения домашние животные) на территории радиусом 10–20 км от АЭС, могли достигать по истечении первых месяцев 3 Гр по внешнему облучению и 1–100 Гр по внутреннему облучению отдельных органов и тканей [13].

Дозы на слизистую ЖКТ крупного рогатого скота за первый месяц достигали 10 Гр у небольшого числа животных, 7 Гр – у десятков тысяч голов эвакуированного скота и до 1 Гр – у остального поголовья [14].

Прогнозируемые дозы облучения щитовидной железы коров в 30-км зоне и на близлежащих площадях приблизительно оценивались 50–70 Гр, хотя указывались и более высокие дозы – до 230 Гр. Доза, вызывающая радиационное поражение щитовидной железы, составляет 200 Гр, т.к. такие дозы не были

Таблица 3. Количество головообработок ферроцинсодержащими препаратами в юго-западных районах Брянской области					
Tabl. 3. Volumes heads-processing of cows in the Bryansk region by ferrocin-containing drugs treatment					
Район	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
	Комбикорм с ферроцином, т				
Гордеевский	44,55	43	36,6	36,6	23,4
Клинцовский	13,45	9,75	7,3	7,3	6,4
Красногорский	16,45	16,1	15,4	15,4	12,2
Новozyбковский	16,9	22,5	19	19	13,4
Всего	91,35	91,35	78,3	78,3	55,4
	Головообработок, тыс.				
Гордеевский	131,68	127,09	105,16	105,16	67,28
Клинцовский	39,75	28,82	20,97	20,97	18,88
Красногорский	48,62	47,59	44,36	44,36	35,19
Новozyбковский	49,95	66,50	54,48	54,48	38,52
Всего	270,00	270,00	224,98	224,98	159,87

зарегистрированы, то значительной лучевой патологии не отмечено. Преимущественно наблюдали морфологические изменения щитовидной железы у крупного рогатого скота на мясокомбинатах при убое. Прекращение выпаса и экстренная эвакуация сельскохозяйственных животных из зоны отселения способствовали снижению дозы облучения щитовидной железы [15].

В условиях реальной радиологической ситуации в конкретном населенном пункте д. Кожушки (Хойникский район Гомельской области, Беларусь), расположенном в 35 км от ЧАЭС, эвакуация скота через 3 дня после аварии обеспечивала 2-кратное снижение дозы облучения щитовидной железы. Наиболее значительное уменьшение дозы облучения всего тела коров (до 6 раз) и слизистой желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (до 5 раз) наблюдалось при эвакуации скота. Максимальный эффект в результате эвакуации животных (или прекращения кормления грязными кормами) характеризовался снижением содержания ^{137}Cs в мясе до 12 раз.

У сельскохозяйственных животных в зоне аварии наибольшие дозы облучения приходились на щитовидную железу, следующей по степени облучения являлась слизистая ЖКТ (источник излучения – загрязненные корма). Дозы облучения всего тела животных от ^{134}Cs и ^{137}Cs были сравнительно невелики. Так, соотношение поглощенных доз облучения щитовидной железы, слизистой ЖКТ и всего тела за 8 месяцев после аварии составляло примерно 230:1:0,5 [12, 14].

Радиационные повреждения слизистой ЖКТ животных наблюдали в первой декаде мая 1986 г. при дозе на ЖКТ до 10 Гр за первый месяц. Клинически эти эффекты проявлялись в геморрагической диарее у телят и отеке подчелюстных тканей у животных всех возрастов. Однако в целом клиническая картина общих и местных радиационных поражений у скота отсутствовала как на территории 30-км зоны, так и за ее пределами [14].

В мае 1986 г. из южных районов Гомельской области, расположенных вблизи ЧАЭС, было эвакуировано 50,9 тыс. голов КРС. По ряду причин в Белоруссии в 1986 году было произведено 21,1 тыс. тонн мяса с превышением временных нормативов. [16]. На Украине в первые дни после аварии было убито около 15 тыс. голов КРС. К концу 1986 г. на мясоперерабатывающих предприятиях контролируемых по радиационной обстановке областей переработано 97 тыс. голов скота, от которого получено 6405 тонн мяса и 279 тонн субпродуктов с содержанием радиоактивных веществ от 7400 до 33300 Бк/кг при допустимом в то время уровне 3700 Бк/кг [17].

Оценивая эффективность принятых мер, следует отметить, что убой "грязных" животных оказался не целесообразным, т.к. "очищение" мяса после убоя не происходило, загрязненное мясо с превышением радиологических нормативов невозможно было переработать. В результате значительное количество загрязненного мяса было захоронено в могильнике 30-км зоны ЧАЭС.

Эффективность защитных и реабилитационных мероприятий зависит от времени после аварии. Их проведение в первый период было наиболее эффективным и экономически оправданным [5, 6, 18, 19]. С течением времени радиологическая эффективность различных технологических приемов снижается, а стоимость возрастает, что выдвигает на первый план экономически обоснованные мероприятия [20].

В комплексе мер по восстановлению сферы сельского хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, выделяют несколько групп защитных и реабилитационных мероприятий: организационные, агротехнические, агрохимические, а также зооветеринарные в животноводстве [2, 7, 21-24].

В период 1986 по 1988 г. защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве Брянской, Калуж-

ской, Тульской и Орловской областей осуществляли в постоянно увеличивающихся масштабах, с 1988 по 1992 г. они проводились в оптимальных объемах. Именно это позволило обеспечить существенное снижение производства продукции с уровнями загрязнения выше ВДУ: по молоку от 86 % в 1986 г. до 1,7% в 1994 г.; по мясу от 15,2 % до 0,06%; по зерну от 78 % до менее 0,01%. Основные объемы защитных мероприятий были реализованы в юго-западных районах Брянской области. Начиная с 1993 г., объемы применения средств химизации и агромелиоративных мероприятий снижались: внесение минеральных удобрений на 1 га в среднем уменьшилось в 3–11 раз.

В кормопроизводстве одним из основных приемов, обеспечивших снижение загрязнения кормов, служит коренная мелиорация низкопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий (разрушение дернины, перепашка, высев трав, известкование и применение удобрений). Радиологическая значимость такой мелиорации обусловлена тем, что она определяет производство критических дозообразующих пищевых продуктов (в первую очередь, молока). В течение первых 5–8 лет после аварии этот прием широко применяли во всех районах, подвергшихся загрязнению, а в последние годы его выполняли только в 7 юго-западных районах Брянской области (таблица 1).

Ухудшение экономического состояния хозяйств не позволяло осуществить необходимые объемы защитных мероприятий. В последние годы внесение минеральных удобрений (в основном калийных), извести и фосфоритной муки как защитных мероприятий проводилось практически только в юго-западных наиболее загрязненных районах Брянской области и финансировалось из различных источников.

В рамках ФЦП "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы" на период до 2013 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 1 октября 2005 г. № 1564-р, с изменениями от 23 марта 2006 г.) были проведены работы по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий. Основные объемы были выполнены в 2006–2010 гг. и включали культуртехнические работы, а также применение агромелиорантов.

В рамках выполнения ФЦП "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 г." в 2010–2015 гг. в юго-западных районах Брянской области проведены реабилитационные работы на площади 23,1 тыс. га. В животноводстве высокую эффективность доказал метод предубойного откорма животных "чистыми" кормами (за 3–4 недели до забоя животных переводили на откорм с низким содержанием ^{137}Cs в рационе). Эти мероприятия, которые корректировались на основе прижизненного определения содержания ^{137}Cs в животных, были применены для 5–20 тыс. голов крупного рогатого скота (КРС).

С 1993 г. в Брянской области как в общественном секторе, так и в личных хозяйствах начато широкомасштабное внедрение ферроцинсодержащих препаратов (таблица 2).

Применение ферроцина служит одним из наиболее эффективных приемов и приводит к 4–6-кратному снижению концентрации ^{137}Cs в молоке и мясе [21-24]. Использование ферроцинсодержащих препаратов, достигавшее более 1 млн. головообработок в год, в период уменьшения темпов проведения агротехнических и агрохимических защитных мероприятий обеспечило сохранение достигнутых минимальных объемов производства продукции животноводства с содержанием ^{137}Cs , превышающим нормативы. Ежегодное применение препаратов обеспечивает снижение концентрации ^{137}Cs до нормативного уровня в более, чем 30 тыс. тонн молока и 5 тыс. тонн мяса в убойном весе. Так, в рамках выполнения ФЦП "Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 г." были

проведены работы по применению ферроцинсодержащих препаратов в течение пяти лет в 4 юго-западных районах Брянской области ежегодно для 4–4,5 тыс. голов КРС были применены ферроцинсодержащие препараты с комбикормом (таблица 3).

Таким образом, 30-летний опыт ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в сфере агропромышленного производства убедительно свидетельствует, что в результате реализации научных программ и комплекса реабилитационных мероприятий радикально оздоровлена радиологическая и социально-психологическая ситуация на селе, а также в значительной мере восстановлен потенциал аграрного сектора экономики в регионе воздействия аварии.

Литература

1. Алексахин Р.М., Санжарова Н.И., Панов А.В. Реабилитационные мероприятия в агропромышленном комплексе как основа социально-экономического развития территорий, подвергшихся воздействию аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник РАСХН, 2009, № 6. - С. 28-30.
2. Bogdevitch I., Sanzharova N., Prister D., Tarasiuk S. Countermeasures on natural and agricultural areas after Chernobyl accident. Role of Lifting Off Chernobyl. J Kleka (ed), 2002. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. -P. 147-158.
3. Алексахин Р.М. Итоги преодоления последствий Чернобыльской аварии в агросфере // Агрохимический вестник. 2006, № 2. - С. 5-2.
4. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных радиоактивными веществами в результате крупных радиационных аварий. Руководство / Под ред. Н.И. Санжаровой. - Обнинск: ГНУ ВНИИС-ХРАЭ, 2009.-150 с.
5. Оценка радиологической эффективности защитных мероприятий (контрмер), проводимых в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС. Методические рекомендации. МР 2.6.1.0010-10. - М., 2010. - 32 с.
6. Смольский Е.В., Сердюков А.П., Батуро Л.М. Эффективность агротехнических и агрохимических приемов на загрязненных кормовых угодьях // Агрохимический вестник, 2015, № 2. - С. 22-24.
7. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Р.М. Алексахин, Л.А. Булдаков, В.А. Губанов и др. Под общей ред. Л.А. Ильина, и В.А. Губанова/ - М., ИздАТ, 2001 - 752 с.
8. Авария на Чернобыльской АЭС и ее последствия / Информация, подготовленная для совещания экспертов МАГАТЭ (25-29 августа 1986 г., Вена). М., ГКАЭ СССР, 1986
9. Исследование физических характеристик радиоактивных газо-аэрозольных продуктов аварии на ЧАЭС/Я.И. Газиев и др.//Радиационные аспекты Чернобыльской аварии/ Тр. Всесоюз. конф. Обнинск, июнь 1988, Т.1 СПб.: Гидрометеоиздат, 1993, С.98
10. Исамов Н.Н., Исамова Л.В., Исакова В.Н. Физиологическое состояние крупного рогатого скота на радиоактивно загрязненной территории //Ветеринария.- 2000, N3.- С. 57-59
11. Корнеев Н.А., Поваляев А.П., Алексахин Р.М., Исамов Н.Н. и др. Сфера агропромышленного производства - радиологические последствия аварии на Чернобыльской атомной электростанции и основные защитные мероприятия// Атомная энергия. 1988, т. 65, вып. 2, с. 129-134
12. Исамов Н.Н. Животноводческие аспекты радиационного риска и экологических последствий Чернобыльской аварии // Вестник РАСХН.- 1997, N 5. - С. 64-66
13. Радиоэкологические оценки последствий аварии на Чернобыльской АЭС для территории 30-км зоны и Украинской ССР: Отчет о НИР. Научн. рук. Г.Н. Романов, 1987. (Фонды ПО "Маяк", инв. N ОН-1973)
14. Состояние и продуктивность сельскохозяйственных животных в северной части Чернобыльского региона / Н.Н. Исамов, А.В. Васильев, Б.П. Кругликов и др.: Сб. Радиационные аспекты Чернобыльской аварии/ Тр. Всесоюз. конф. Об-нинск, июнь 1988. Т. II. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. С. 335-339
15. Формирование дозовых нагрузок на сельскохозяйственных животных при аварии на Чернобыльской АЭС и влияние их эвакуации на поглощенные дозы/ Р.М. Алексахин, И.А. Сарапульцев, Е.В. Спиринов и др.// Доклады АН СССР. 1993 Т. 323 N 3. С. 576-579
16. Радиоэкологические аспекты животноводства (последствия и контрмеры после катастрофы на Чернобыльской АЭС) /Р.Г. Ильязов, Р.М. Алексахин, Н.А. Корнеев, А.Н. Сироткин и др.; Под общ. ред. Р.Г. Ильязова.- Гомель: "Полеспечат", 1996.- 179 с.
17. Пристер Б.С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины. Киев: Украина-Червень. 1999.-103 с.
18. Панов А.В., Алексахин Р.М., Музалевская А.А. Изменение эффективности защитных мероприятий по снижению накопления ¹³⁷Cs сельскохозяйственными растениями в различные периоды после аварии на Чернобыльской АЭС//Радиационная биология. Радиоэкология, 2011, Т. 51, № 1. - С. 134-153.
19. Fesenko S.V., Alexakhin R.M., Balonov M.I., Bogdevich I.M., Howard B.J., Kashparov V.A., Sanzharova N.I., Panov A.V., Voigt G., Zhuchenko Yu.M An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident //Science of the Total Environment, 2007, Vo1. 383, № 1-3. - P. 1-24.
20. Fesenko S., Jacob P., Ulanovsky A., Chupov A., Bogdevich I., Sanzharova N, Kashparov V., Panov A., Zhuchenko Yu. Justification of remediation strategies in the long term after the Chernobyl accident // Journal of Environmental Radioactivity, 2013, Vo1. 119. - P. 30-47.
21. Алексахин Р.М., Ратников А.Н., Васильев А.В. и др. Использо-

вание ферроцианидсодержащих препаратов в животноводстве // Вестник РАСХН, 1999, № 1.-С. 15-17.

22. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС на период 1991-1995 гг.-М., 1991.-58 с.

23. Руководство по применению контрмер в сельском хозяйстве в случае аварийного выброса радионуклидов в окружающую среду. МАГАТЭ, Вена, 1994, IAEA - TECDOC-745, ISSN 1011-4289.

24. Санжарова Н.И., Панов А.В., Н.Н. Исамов Н.Н., Прудников П.В. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30-летию аварии на ЧАЭС // Агрохимический вестник, 2016, №2. - С. 5-9.

References:

1. Aleksahin R.M., Sanzharova N.I., Panov A.V. Reabilitacionnye meropriyatiya v agropromyshlennom komplekse kak osnova socialno-ekonomicheskogo razvitiya territorij, podvergnishysya vozdeystviyu avarii na Chernobylskoj AES // Vestnik RASHN, 2009, № 6. - С. 28-30.
2. Bogdevitch I., Sanzharova N., Prister D., Tarasiuk S. Countermeasures on natural and agricultural areas after Chernobyl accident. Role of Lifting Off Chernobyl. J Kleka (ed), 2002. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. -P. 147-158.
3. Aleksahin R.M. Itogi preodoleniya posledstvij Chernobylskoj avarii v agrosfere // Agrohimičeskij vestnik. 2006, № 2. - С. 5-2.
4. Nauchnye osnovy reabilitacii sel'skoxozyajstvennyh territorij, zagryaznennyh radioaktivnymi veshchestvami v rezultate krupnyh radiacionnyh avarij. Rukovodstvo / Pod - red. N.I. Sanzharovoj. - Obninsk: GNU VNIISHRAE, 2009.-150s.
5. Ocenka radiologičeskoy effektivnosti zashitnyh meropriyatij (kонтрмер), provodimyh v otdalennyj period posle avarii na Chernobylskoj AES. Metodicheskie rekomendacii. MR 2.6.1.0010-10. - М., 2010. - 32 s.
6. Smolskij E.V., Serdyukov A.P., Batur L.M. Effektivnost agrotehnicheskikh i agrohimičeskikh priemov na zagryaznennyh kormovyh ugodyah // Agrohimičeskij vestnik, 2015, № 2. - С. 22-24.
7. Krupnye radiacionnye avarii: posledstviya i zashitnye mery . R.M. Aleksahin, L.A. Buldakov, V.A. Gubanov i dr. Pod obshej red. L.A. Ilina, i V.A. Gubanov / - М., IzdAT, 2001 - 752 s.
8. Avariya na Chernobylskoj AES i ee posledstviya / Informaciya, podgotovlennaya dlya soveshaniya ekspertov MAGATE (25-29 avgusta 1986 g., Vena). М., GKAE SSSR, 1986.
9. Issledovanie fizicheskikh harakteristik radioaktivnyh gazo-aeroloznyh produktov avarii na ChAES/ Ya.I. Gaziev i dr. // Radiacionnye aspekty Chernobylskoj avarii/ Tr. Vsesoyuzn. konf. Obninsk, iyun 1988, T.1 SPb.: Gidrometeoizdat, 1993, S.98
10. Fiziologičeskoe sostoyanie krupnogo rogatogo skota na radioaktivno zagryaznennoj territorii // Veterinariya.- 1999, N3.- С. 57-59
11. Korneev N.A., Povalyaev A.P., Aleksahin R.M., Isamov N.N. i dr. Sfera agropromyshlennogo proizvodstva - radiologičeskie posledstviya avarii na Chernobylskoj atomnoj elektrostancii i osnovnye zashitnye meropriyatiya // Atomnaya energiya. 1988, t. 65, vyp. 2, s. 129-134
12. Isamov N.N. Zhivotnovodcheskie aspekty radiacionnogo riska i ekologičeskikh posledstvij Chernobylskoj avarii // Vestnik RASHN.-1997, N 5. - С. 64-66
13. Radioekologičeskie ocenki posledstvij avarii na Chernobylskoj AES dlya territorii 30-km zony i Ukrainskoj SSR: Otchet o NIR. Nauchn. ruk. G.N. Romanov, 1987. (Fondy PO "Mayak", inv. N ON-1973)
14. Sostoyanie i produktivnost sel'skoxozyajstvennyh zhivotnyh v severnoj časti Chernobyl'skogo regiona / N.N. Isamov, A.V. Vasilev, B.P. Kругликов i dr.: Sb. Radiacionnye aspekty Chernobyl'skoj avarii / Tr. Vsesoyuz. konf. Obninsk, iyun 1988. T.II. SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. S. 335-339
15. Formirovanie dozovyh nagruzok na sel'skoxozyajstvennyh zhivotnyh pri avarii na Chernobyl'skoj AES i vliyeniye ih evakuacii na pogloshennyye dozy/ R.M. Aleksahin, I.A. Sarapulcev, E.V. Spirin i dr// Doklady AN SSSR. 1993 T. 323 N 3. S. 576-579
16. Radioekologičeskie aspekty zhivotnovodstva (posledstviya i kontrmery posle katastrofy na Chernobyl'skoj AES) / R.G. Ilyazov, R.M. Aleksahin, N.A. Korneev, A.N. Sirotkin i dr.; Pod obsh. red. R.G. Ilyazova.- Gomel: "Polespechat", 1996.- 179 s.
17. B.S. Prister. Posledstviya avarii na Chernobyl'skoj AES dlya sel'skogo hozyajstva Ukrainy. Kiev: Ukraina-Cherven. 1999.-103 s.
18. Panov A.V., Aleksahin R.M., Muzalevskaya A.A. Izmeneniye effektivnosti zashitnyh meropriyatij po snizheniyu nakopleniya ¹³⁷Ss sel'skoxozyajstvennyimi rasteniyami v razlichnye periody posle avarii na Chernobyl'skoj AES//Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya, 2011, T. 51, № 1. - С. 134-153.
19. Fesenko S.V., Alexakhin R.M., Balonov M.I., Bogdevich I.M., Howard B.J., Kashparov V.A., Sanzharova N.I., Panov A.V., Voigt G., Zhuchenko Yu.M An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident // Science of the Total Environment, 2007, Vo1. 383, № 1-3. - P. 1-24.
20. Fesenko S., Jacob P., Ulanovsky A., Chupov A., Bogdevich I., Sanzharova N, Kashparov V., Panov A., Zhuchenko Yu. Justification of remediation strategies in the long term after the Chernobyl accident // Journal of Environmental Radioactivity, 2013, Vo1. 119. - P. 30-47.
21. Aleksahin R.M., Ratnikov A.N., Vasilev A.V. i dr. Ispolzovanie ferrocianidsoderzhashih preparatov v zhivotnovodstve // Vestnik RASHN, 1999, № 1.-С. 15-17.
22. Rekomendacii po vedeniyu sel'skogo hozyajstva v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya territorij v rezultate avarii na Chernobyl'skoj AES na period 1991-1995 gg.-М., 1991.-58 s.
23. Rukovodstvo po primeneniyu контрмер v sel'skom hozyajstve v sluchae avarijnogo vybrosa radionuklidov v okruzhayushuyu sredu. MAGATE, Vena, 1994, IAEA - TEDSOS-745, ISSN 1011-4289.
24. N.I. Sanzharova, A.V. Panov, N.N. Isamov, P.V. Prudnikov. Zashitnye i reabilitacionnye meropriyatiya v sel'skom hozyajstve: k 30-letiyu avarii na ChAES. // Agrohimičeskij vestnik, 2016, №2 С. 5-9