

УДК 502.55(21)+550.378

© 1997

ВОЗВРАЩЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ВУРСА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

*И.Г. Тепляков, Г.Н. Романов, Д.А. Спири
Россия, г. Озерск, ПО "Маяк"*

Приведены основные результаты научного обоснования и разработки агрономических и зоотехнических способов, обеспечивающих снижение загрязнения растениеводческой и животноводческой продукции в условиях радиоактивного загрязнения угодий на территории ВУРСа. Изложена история возвращения загрязненных угодий в сельскохозяйственное производство.

В результате аварии в 1957 году из сельскохозяйственного использования было выведено 106 тыс. га, из них 59 тыс. га в Челябинской и 47 тыс. га в Свердловской областях. На долю сельскохозяйственных угодий приходилось около 55% загрязненной территории, которые интенсивно использовались для производства зерна и кормов. Непосредственно после аварии, в течение 10 суток, было выселено население четырех деревень, в последующие 1,5 года еще около 10 тыс. чел. [1].

В 1959 году на всей территории с плотностью загрязнения выше 2 Ки/км² по ⁹⁰Sr был введен режим ограничения, а территория получила статус санитарно-охранной зоны (СОЗ).

С целью недопущения доступа жителей окрестных деревень на загрязненную территорию была организована ее охрана и обозначение аншлагами "Запретная зона". В остальных населенных пунктах, расположенных вне границ этой территории, население продолжало жить и вести сельское хозяйство. В этих населенных пунктах проводился радиационный контроль продовольствия и кормов. Кроме возможности несанкционированного исполь-

зования загрязненной территории населением для хозяйственных нужд, она являлась источником загрязнения примыкающей к следу территории за счет ветрового переноса слабо закрепленных на почвенно-растительном покрове радионуклидов, который наблюдался особенно сильным осенью 1957 года и весной 1958 года до появления растительности. В целом за первые 3 года хотя и было перенесено около 2% запаса радионуклида на единицу площади, это не оказало существенного влияния на радиационную обстановку на следе [2].

Интенсивный ветровой перенос радионуклидов в первый год после загрязнения явился причиной проведения повсеместной вспашки территории после отселения с нее населения. В течение 1958-1960 годов было вспахано около 20 тыс. га земли с наиболее высокими плотностями загрязнения. Для осуществления данных работ было привлечено около 250 трактористов и сельскохозяйственных работников машино-тракторных станций (МТС) и колхозов. В результате вспашки около 80% радионуклидов оказались рассредоточенными по всему вспаханному слою, что вызвало снижение мощности экспозиционной дозы на 40-

60%. Но если учесть, что на момент вспашки отчужденные земли были заросшими растительностью, а население было в основном отселено, то перепахка и дополнительное облучение ее исполнителей не были необходимыми. Учитывая такой опыт, в 1986 г. Опытной станцией было предложено не подвергать какой-либо обработке территорию 30-км зоны ЧАЭС, а для предупреждения весенних палов (пожаров) создать минерализованные полосы почвообрабатывающими орудиями для поверхностной обработки почвы (дисковые бороны и лушильники) [3].

С учетом радиоактивного распада короткоживущих нуклидов возникла необходимость в разработке мероприятий по возвращению отчужденной территории в сельскохозяйственное использование. Для этого требовалась информация о закономерностях поведения радионуклидов, в частности, ^{90}Sr , который представляет главную радиационную опасность на протяжении длительного времени в системе почва → сельскохозяйственное растение → сельскохозяйственное животное → человек.

Для решения научно-теоретических вопросов по восстановлению хозяйственной деятельности на ВУРСе и апробирования их в производственной практике в апреле 1958 года была создана Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС), первым руководителем которой был Г.А. Серeda, а научным - академик ВАСХНИЛ В.М. Ключковский.

Первоначально были созданы 3 лаборатории: физико-химическая, агрономическая и животноводческая, чуть позже - механическая, технологическая, экспериментально-производственная и др.

Лабораториям, наряду с изучением закономерностей поведения радионуклидов в цепи почва → сельскохозяйственное растение → сельскохозяйственное животное → человек, предписывалось изучение агрономических и зоотехнических способов снижения радиоактивного загрязнения растениеводческой и животноводческой продукции.

Одним из агротехнических способов, снижающих поступление радионуклидов в расте-

Таблица 1
Уменьшение накопления ^{90}Sr сельскохозяйственными культурами в зависимости от глубины размещения радионуклида

Слой почвы, см	Кратность снижения		Слой почвы, см	Кратность снижения
	Зерновые	Зернобобовые		
0-20	1	1	0-20	1
0-70	2	1,5	20-40	3
45-70	3	2,5	60-80	12
65-70	2	2,5		

ния, является механическая обработка загрязненной почвы. Модельно-полевые опыты Маракушина А.В. и Рябовой Е.Р. показали, что перемешивание ^{90}Sr в пахотном 0-25 см горизонте не оказывало влияния на поступление его из почвы в растения, в то время как его размещение в подпахотный горизонт на разную глубину вызывало уменьшение его поступления в зерновые культуры в 1,5-3 раза, в овощные - в 2-12 раз (табл. 1) [4, 5].

С целью практического осуществления данного способа обработки почвы в 1959 г. Гольцевым В.Ф. был переоборудован плантажный плуг ПП-50, который обеспечивал срезание 5-10 см слоя загрязненной почвы и одновременное размещение его в подпахотный горизонт на глубину 20-45 см. При этом мощность экспозиционной дозы на поверхности обработанного поля уменьшалась на порядок величины, а поступление ^{90}Sr снижалось в 1,5-2 раза (табл. 2) [6]. Но при обработке почв с маломощным плодородным слоем на поверхность извлекалась в основном материнская порода, поэтому естественное плодородие вновь созданного пахотного горизонта существенно снижалось. По этой причине в 1960 г. Тепляковым И.Г. разработан тоже на базе плантажного плуга плуг переместитель горизонтов почвы ППП-60, обеспечивающий снятие и размещение 5-20 см слоя загрязнен-

Таблица 2

Накопление ^{90}Sr сельскохозяйственными культурами при разных обработках и удобрениях пахотного горизонта, относ. единицы (ср. за 3 года)

Культура	Обычная вспашка	Обычная вспашка + минеральные удобрения ¹⁾	Плуг плантаж-ный	Плуг плантаж-ный + минеральные удобрения ¹⁾	Переместитель горизонтов	Переместитель горизонтов + минеральные удобрения ¹⁾
	плуг П5-35		ППП-50		ППП60	
Зерновые	1	0,92	0,68	0,46	0,49	0,27
Зернобобовые	1	0,91	0,56	0,50	0,45	0,26
Силосные	1	0,87	0,73	0,62	0,40	0,20
Клубнеплоды	1	0,72	0,35	0,19	0,22	0,06
Овощные	1	0,82	0,54	0,36	0,50	0,18
Травы злаковые многолетние	1	0,88	0,68	0,58	0,58	0,36
Травы бобовые многолетние	1	1,0	0,71	0,57	0,50	0,29

¹⁾ - минеральные удобрения $\text{N}_{90}\text{P}_{180}\text{K}_{90}$

Таблица 3

Накопление ^{90}Sr растениями при разной глубине его размещения и периодической подрезке корневых систем растений, относ. единицы (ср. за 6 лет)

Слой почвы, см	Растения									
	пшеница		ячмень		картофель		сахарная свекла		люцерна	
	1 ¹⁾	2 ¹⁾	1	2	1	2	1	2	1	2
0-25(контроль)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52-62	0,71	0,47	0,33	0,11	0,40	0,20	0,33	0,33	0,24	0,10
78-84	0,39	0,26	0,033	0,033	0,060	0,040	0,19	0,048	0,069	0,031

¹⁾ - 1 - накопление ^{90}Sr при разном его размещении в слоях почвы;

2 - накопление ^{90}Sr при разном его размещении и периодической подрезке корневых систем растений.

ной почвы в подпахотный горизонт на глубине 45-60 см без существенного нарушения сложения генетических слоев почвы. При этом мощность экспозиционной дозы уменьшалась на порядок величины, а поступление ^{90}Sr в сельскохозяйственные растения - до 3-5 раз (табл. 2) [4-5, 7-8].

Полевыми исследованиями Теплякова И.Г., Каргаполова В.С. было показано, что увеличение глубины захоронения загрязненного ^{90}Sr слоя почвы на глубину 80 см и более

сопровождалось уменьшением поступления ^{90}Sr в урожай растений до 5 раз, а 2-4 разовая подрезка корневых систем данных растений на глубине ниже 35 см способствовала 3-8-ми кратному снижению поступления ^{90}Sr из захороненного слоя в урожай (табл. 3) [9].

Для захоронения загрязненного ^{90}Sr слоя почвы на глубину 80-100 см на базе усиленного плантажного плуга ППУ-50 был разработан Тепляковым И.Г. плуг переместитель горизонтов почвы ППП-60-100 (см. рисунок),



Рисунок. Плуг переместитель горизонтов почвы ППП-60-100 в работе

а для подрезки корневых систем растений, выращиваемых на фоне глубокого захоронения ^{90}Sr в подпахотный горизонт почвы, навесная корненодрезающая скоба НС-2 [9].

Агрохимические способы снижения поступления ^{90}Sr в сельскохозяйственные растения основывались на увеличении урожая и тем самым разбавлении содержания радионуклидов на единицу веса урожая, а также в повышении концентрации кальция, аналогом которого являлся ^{90}Sr , закреплении микроколичеств ^{90}Sr в почве путем осаждения фосфатами при их систематическом внесении.

Влияние минеральных удобрений, вносимых в загрязненный горизонт и во вновь созданный пахотный горизонт почвы, на поступление ^{90}Sr в урожай растений изучено Маракушиным А.В. в восьмипольном севообороте. Показано, что внесение полного минерального удобрения $\text{N}_{90}\text{P}_{180}\text{K}_{90}$ способствовало снижению поступления ^{90}Sr из захороненной загрязненной почвы в урожай культур севооборота в

1,1-2,7 раза (табл. 2) [10].

Влияние минеральных удобрений на накопление ^{90}Sr овощными культурами изучено Рябовой Е.Р. и Пешеровой Н.Н. (табл. 2) [11].

Физико-химические способы снижения поступления ^{90}Sr в урожай растений основаны на переводе ^{90}Sr в труднорастворимые соединения и поэтому малодоступные для растений, а также на создании над захороненным загрязненным слоем экрана, препятствующего проникновению корневой системы растений в загрязненный слой почвы.

В модельно-полевом опыте Кожевникова Р.Н. изучила действие кальцийсодержащих отходов промышленных предприятий (гипс, мел, известь, цементная пыль и

др.) на поступление ^{90}Sr из почвы в растения. Одноразовое внесение данных веществ в пахотный слой выщелоченного чернозема способствовало снижению поступления ^{90}Sr в урожай овса, пшеницы и гороха в 1,5-3 раза [9].

Иммобилизация ^{90}Sr в загрязненном слое почвы веществами гербицидного характера, например, отходами переработки нефти с последующим его захоронением в подпахотный горизонт на глубине 20-50 см и удобрением вновь созданного пахотного горизонта позволила в первые 1-3 года уменьшить поступление ^{90}Sr в зерновые, зернобобовые и овощные культуры в 2-5 раз [12, 13]. Поскольку их эффективность со временем снижалась, был разработан способ и устройство для периодического создания из этих же веществ над захороненным слоем экрана, препятствующего проникновению корней растений в загрязненный слой [14].

Необходимо отметить, что из-за высокой трудоемкости данный способ не нашел прак-

тического использования при возвращении загрязненных земель в сельскохозяйственное производство.

Биологический способ снижения загрязнения урожая растений основан на подборе культур, характеризующихся наименьшим накоплением ^{90}Sr из почвы. Рябовой Е.Р. было изучено накопление ^{90}Sr различными видами и сортами овощных культур и картофеля, выращиваемых на фоне разных обработок почвы (табл. 4) [15].

Различие в накоплении ^{90}Sr между сортами при нахождении его в слое 0-20 см составляет 2-5 раз, а при размещении в подпахотном горизонте на глубине 20-40 см - 2-7 раз.

Корнеевым Н.А. с сотрудниками изучено накопление ^{90}Sr кормовыми культурами на фоне разных обработок почвы (табл. 5) [16].

При нахождении ^{90}Sr в слое 0-25 см различия в накоплении его сортами достигает 10-50 раз, а при размещении его на глубине 45-60 см - 30 раз.

На территории следа примерно половину площади сельскохозяйственных угодий занимали естественные угодья, леса и кустарники, используемые ранее для выпаса колхозного и личного скота и заготовки сена, поэтому проблема их использования являлась весьма актуальной.

Под руководством Корнеева Н.А., Кожевниковой Т.Л., Сусловой В.В. и другими изучено влияние поверхностного и коренного улучшения лугов на накопление ^{90}Sr многолетними травами (табл. 6) [16].

Поверхностное улучшение лугов обеспечивало снижение поступления ^{90}Sr в злаковые многолетние травы в 1,1-2,5 раза, а коренное - в 1,5-5 раз. Эффект от улучшения лугов для бобовых многолетних трав был весьма мал. Минеральные удобрения не оказывали практически значимого влияния на накопление ^{90}Sr травами, но способствовали увеличению их урожая до 2 раз.

Обработка низинного луга ППП-60 и организация на нем кормового севооборота обеспечивали снижение накопления ^{90}Sr выращиваемыми культурами в 2-10 раз (табл. 7) [16].

Таблица 4

Накопление ^{90}Sr различными сортами овощных культур и картофеля на фоне разных обработок почвы

Культура	Количество сортов	Кратность различий в накоплении	
		Обработка	
		Обычная вспашка (плуг П5-35)	Глубокая вспашка (переместитель горизонтов ППП-60)
Лук	21	1,9	5,2
Свекла	19	3,4	2,6
Томаты	19	3,2	2,8
Редис	11	2,3	3,1
Огурцы	13	2,1	4,6
Картофель	58	48	6,7

Таблица 5

Накопление ^{90}Sr различными кормовыми культурами на фоне разных обработок почвы

Культура	Количество сортов	Кратность различий в накоплении	
		Обработка	
		Обычная вспашка (плуг П5-35)	Глубокая вспашка (переместитель горизонтов ППП-60)
Травы злаковые однолетние	6	3,0	1,5
Травы бобовые однолетние			
Травы злаковые многолетние	11	3,5	2,3
Травы бобовые многолетние			
Травы злаковые многолетние	11	3,0	4,0
Травы бобовые многолетние			
Травы злаковые многолетние	19	4,5	5,0
Травы бобовые многолетние			
Корнеклубне-плоды	6	13,3	30

Таблица 6

Накопление ^{90}Sr многолетними травами при улучшении лугов и их удобрении

Способ улучшения луга	Обработка почвы	Удобрение	Злаковые травы	
			относ. ед	Урожай ц/га
<i>Суходольный луг</i>				
Контроль	-	-	1	89
Коренное	Вспашка П5-35	$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	1	224
		-	2,0	116
Коренное	Вспашка ППП-50	$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,18	210
		-	0,10	140
		$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,075	206
<i>Низинный луг</i>				
Контроль	-	-	1	-
Поверхностное	Фрезерование, ФБ-1	-	0,33	220
		$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,67	336
Коренное	Вспашка П5-35	-	0,67	223
Коренное	Вспашка ППП-60	$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,67	341
		-	0,33	218
		$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,33	372
<i>Лесопарковый луг</i>				
Контроль	-	-	1	5
Поверхностное	Фрезерование, ФБ-1	$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,93	16
		-	2,9	15
Коренное	Вспашка П5-35	$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,67	18
		-	0,67	23
		$\text{N}_{180}\text{P}_{180}\text{K}_{180}$	0,67	40

Таблица 7

Накопление ^{90}Sr культурами в кормовом севообороте (ср. за 6 лет)

Культура	Хозяйственная часть урожая	Без удобрений		Полное удобрение $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{45}$	
		Накопление ^{90}Sr , относ. ед.	Урожайность, ц/га	Накопление ^{90}Sr , относ. ед.	Урожайность, ц/га
Естественные травы	Зеленая масса	1	146	-	186
Сеяные травы	Зеленая масса	0,50	141	0,37	168
Зерновые	Зерно	0,019	24,8	0,019	27
Зернобобовые	Зерно	0,21	281	0,10	328
Зернобобовые	Зеленая масса	0,038	-	0,038	238
Силосные	Зеленая масса	0,29	170	0,24	413
Корнеплоды		0,15	346	0,14	313

Наряду с агрономическими способами проводилось изучение зоотехнических способов, способствующих уменьшению поступления радионуклидов в рацион сельскохозяйственных животных и их продукцию. Одним из них является подбор кормовых рационов с минимальным содержанием радионуклидов. Так, по данным Николаевой Е.М., замена пастбищно-сенного рациона на смешанный в условиях производства кормов на угодьях с одинаковой плотностью загрязнения позволяла получить молоко и мясо с концентрацией в 2,8 раза меньше, чем при пастбищно-сенном рационе, а замена последнего на силосно-концентратный рацион - в 5,6 раза (табл. 8) [17].

После обобщения всей полученной информации о переходе ^{90}Sr в сельскохозяйственную продукцию и при сопоставлении потенциально ожидаемых уровней загрязнения продукции с установленными нормами были сформулированы основные принципы восстановления и организации сельскохозяйственного производства на загрязненных землях.

Опасность потребления в пищу любой продукции, производимой на возвращаемых в сельскохозяйственное использование землях вызвала необходимость замены многоотраслевого производства (выращивание продовольственного зерна, овощей, кормов в основном для молочного животноводства) на одно-двух отраслевое производство, производящее в основном свинину и говядину. Такая специализация не соответствовала сложившейся хозяйственной практике ведения сельскохозяйственного производства в данной природно-климатической зоне, поэтому и была рекомендована лишь для угодий с плотностью загрязнения свыше 2 Ки/км² по ^{90}Sr .

Апробирование получаемых в исследованиях результатов в экспериментальном производстве Опытной станции и в хозяйствах, находящихся на загрязненной территории, позволило уже в 1961 г. приступить к возвращению в использование земель Свердловской области с плотностью загрязнения не более 8 Ки/км² по ^{90}Sr . Для этого были созданы на базе существующих колхозов три специали-

Таблица 8
Накопление ^{90}Sr в продукции животноводства при разных рационах кормления сельскохозяйственных животных

Рацион	Содержание ^{90}Sr , относ. ед.		
	Рацион	Молоко	Мышцы
Сенной	1	1	1
Смешанный	0,35	0,36	0,33
Силосно-концентратный	0,18	0,18	0,20

Таблица 9
Динамика вовлечения загрязненных земель Челябинской области в сельскохозяйственное производство, тыс. га

Год	Всего	Сельскохозяйственные угодья		Несельскохозяйственные угодья
		Пашня	Пастбища, сенокосы	
1958	-	-	-	-
1961	2	2	-	-
1964	8	6	2	-
1968	13	8,6	4,4	-
1978	39	9,5	5,5	24
1982	40	10	14	16

рованных совхоза. В основу возвращения земель был положен принцип дифференцированного их использования. На землях с плотностью загрязнения не менее 0,5 Ки/км² ограничений не вводилось. На землях с плотностью загрязнения от 0,2 до 2 Ки/км² по ^{90}Sr предписывалось производство кормов мясному скоту и при плотности загрязнения от 2 до 8 Ки/км² по ^{90}Sr - производство зерновых для семян. Естественные угодья в пределах указанных плотностей использовались для заготовки сена мясному скоту (табл. 9) [19].

В 1962 г. в Челябинской области вместо мелких хозяйств были созданы шесть специализированных совхозов, в землепользовании

которых вошли земли с плотностью загрязнения свыше 2 Ки/км². Совхозы Багарякский, Булзинский, Огневский и им. Свердлова были специализированы на развитие свиноводства, совхоз Тюбукский - на откорм молодняка крупного рогатого скота на мясо, совхоз Куяшский - на производство мяса и молока. В их ведение в течение 1962-64 гг. были переданы земли с плотностью загрязнения до 25 Ки/км² ⁹⁰Sr.

По мере накопления информации об эффективности агрономических и зоотехнических мероприятий, проводимых в совхозах и Опытной станции, и обобщения опыта ведения сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения, были внесены некоторые изменения в специализацию совхозов. Так, для совхозов Багарякский и им. Свердлова общей специализацией стало откормочное свиноводство, совхозов Булзинский и Огневский - откормочное свиноводство и откорм крупного рогатого скота, совхозов Куяшский и Тюбукский - откорм крупного рогатого скота. Всем совхозам было запрещено использование угодий санитарно-охранной зоны для производства продовольственного зерна, молока, картофеля и овощей. И только совхозам Багарякскому и им. Свердлова разрешалось использование естественных угодий для заготовки сена [20]. 1978 год можно считать завершающим по возвращению основных площадей загрязненных земель с плотностью загрязнения от 2 до 100 Ки/км² в сельскохозяйственное производство.

В настоящее время из 59 тыс. га в Челябинской области возвращено в использование 40 тыс. га. Со временем из-за необходимости снабжения молоком сельского и городского населения и относительно низкой рентабельности мясного животноводства все совхозы организовали содержание молочного стада. На 1990 г. концентрация ⁹⁰Sr в молоке коров в среднем по совхозам составляла 14 пКи/л и в мясе говяжьим - 21 пКи/кг, что примерно в 15 и 5 раз ниже величин, регламентируемых ВДУ (молоко - 200 пКи/л, мясо - 100 пКи/кг) и в 4 и 7 раз меньше, чем в этой же продукции неупорядоченных общественных хозяйств [21].

ВЫВОДЫ

1. Исследования по изучению закономерностей поведения радионуклидов на территории ВУРСа, изучение эффективности различных агрономических и зоотехнических способов позволили уже в 1961 году начать постепенное возвращение загрязненных сельскохозяйственных угодий в сельскохозяйственное производство.

2. Эффективность большинства изученных способов при использовании их в практике ведения крупных хозяйств оказалась в 1,5-2 раза ниже, чем на опытных участках.

3. Основой для возвращения загрязненных угодий в сельскохозяйственное производство являются изменение структуры посевных площадей и специализация хозяйств, предусматривающих производство продукции для продовольственных целей на почвах с относительно невысокими плотностями загрязнения и производство кормов для мясного скота, выращивание технических культур и семян на почвах с достаточно высокими плотностями загрязнения.

4. В практике организации и ведения растениеводства и животноводства на угодьях, возвращенных в сельскохозяйственное производство, широко используются агротехнические, агрохимические и зоотехнические способы, обеспечивающие получение растениеводческой и животноводческой продукции с минимальными уровнями радиоактивного загрязнения. Концентрация ⁹⁰Sr в молоке и мясе в 14 и 5 раз, соответственно, ниже ВДУ и в 4 и 7 раз меньше, чем в этой же продукции неупорядоченных хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никипелов Б.В., Г.Н. Романов и др. Об аварии на Южном Урале 29 сентября 1957 г. // Информационный бюллетень 1989 г., 30 июня, С. 11.
2. Романов Г.Н., Воронов А.С. Радиационная обстановка после аварии // Природа, 1990, №5, С.50-52.
3. Мероприятия по локализации радиоактив-

- ности в 30-км зоне и дезактивация ее участков, утвержденные Силаевым И.С. 17.05.86. Чернобыль, 1986.
4. Маракушин А. В. Влияние морфологического строения почвенного профиля, глубины и характера размещения ^{90}Sr в почве на его поступление в растения. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1965.
 5. Рябова Е.Р. Влияние удобрений и способов вспашки на содержание радиоактивных веществ в овощных культурах. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1959.
 6. Гольцев В.Ф. Радиоактивные выпадения и вспашка. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1960.
 7. Клечковский В.М., Корнеев Н.А., Федоров Е.А., Тепляков И.Г. О ведении сельского хозяйства на территории с повышенной плотностью радиоактивного загрязнения ^{90}Sr . Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1961.
 8. Федоров Е.А., Пещерова Н.Н. Влияние удобрений и способов вспашки на содержание радиоактивных продуктов деления в урожае овощных культур. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1959.
 9. Тепляков И.Г., Каргаполов В.С., Кожевникова Р.Н. Изучение влияния способов обработки почвы и конструкций почвообрабатывающих орудий на поступление радионуклидов в урожай основных сельскохозяйственных культур. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1980.
 10. Маракушин А. В. Влияние условий возделывания сельскохозяйственных растений на размеры накопления ими стронция-90. Диссертация на соиск. уч. степ. канд. биол. наук, 1970 .
 11. Федоров Е.А., Рябова Е.Р., Пещерова Н. Н. Разработка приемов возделывания овощных культур в условиях радиоактивного загрязнения территории. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1964.
 12. Федоров Е.А., Кожевникова Р.Н. Влияние физиологически активных веществ, вносимых в загрязненный слой почвы, на поступление радиоизотопов в сельскохозяйственные растения. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1966.
 13. Федоров Е.А., Рябова Е.Р. Изучение действия и последствий некоторых агротехнических и специальных приемов на размеры накопления ^{90}Sr растениями из почвы. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1966.
 14. Федоров Е.А., Романов Г.Н., Тепляков И.Г. Выбор, разработка и внедрение специальных систем ведения сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1985.
 15. Федоров Е.А., Рябова Е.Р. Размеры накопления ^{90}Sr различными сортами овощных культур и картофеля из пахотных и подпахотных горизонтов почвы. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1968.
 16. Корнеев Н.А. Основы производства кормов и вопросы ведения животноводства на территории с повышенной плотностью загрязнения ^{90}Sr . Диссертация на соиск. уч. степ. докт. биол. наук, 1968.
 17. Николаева Е.М. Изучение способов уменьшения поступления ^{90}Sr в корма и молоко. Диссертация на соиск. уч. степ. канд. биол. наук, 1969.
 18. Романов Г.Н., Тепляков И.Г., Шилов В.П. Восстановление хозяйственной деятельности // Природа, 1990, №5, С.67-71.
 19. Федоров Е.А., Рябова Е.Р. Радиационная обстановка на угодьях ВУРСа, вовлеченных в хозяйственное использование. Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1982.
 20. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в СОЗ совхозами Каслинского и Кунашакского районов / Чернов Ю.Л., Дергунова А.В., Ожиганов В.Г., Шведов В.Л., Терновский И.А., Романов Г.Н. и др., 1976.
 21. Романов Г.Н., Шилов В.П. Антакова Н.Н., Кулакова Е.Е. и др. Радиоэкологическая обстановка в специализированных совхозах СОЗ Восточно-Уральского радиоактивного следа (Челябинская область). Отчет о НИР, ПО "Маяк", 1991.