

<http://yadvra.ru>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - МСХА

имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ И ЭКОЛОГИИ

КАФЕДРА РАДИОЛОГИИ

---

## КУРСОВАЯ РАБОТА

*Ведение сельскохозяйственного производства в  
условиях радионуклидного загрязнения*

Выполнил:

Руководитель:

Москва 2008

## Содержание

Введение	
Агрохимическая характеристика почвы.....	6.
Прогноз радиологической ситуации.....	7.
Пути снижения радионуклидного загрязнения.....	12.
Выводы.....	15.
Список использованной литературы.....	16.
Приложения.....	17

## Введение

26 апреля 1986 произошла Чернобыльская авария. В результате этой катастрофы радионуклидами, накопившимися в реакторе, были загрязнены большие территории. Основная часть загрязнений пришлась на территории интенсивного сельскохозяйственного использования – большая часть загрязнённых почв – чернозёмы.

Советское руководство изначально лишь заявило о «небольшом инциденте на АЭС», западная пресса пестрела сообщениями о тысячах жертв, братских могилах погибших и даже о вымершем Киеве.

14 мая глава Советского Союза обратился с обращением к нации, в которой признал все масштабы и серьезность аварии. Однако, по его заявлению, «самое страшное осталось позади». Нельзя обвинять руководство нашей страны в обмане, ведь мир впервые столкнулся с трагедией такого масштаба. Мало кто из обывателей мог тогда предположить, что последствия Чернобыля будут играть заметную роль и 20 лет спустя после аварии.

Сегодня, когда энергия атома используется достаточно широко не только в мирных, но и зачастую в военных целях, остаётся большая опасность повторения подобных аварий разного масштаба. Такие аварии не могут не оказывать влияния на человека и биосферу в целом.

В отличие от естественной радиоактивности, искусственная радиоактивность обусловлена поступлением в почву радиоактивных изотопов, образующихся в результате атомных термоядерных взрывов, в виде отходов атомной промышленности или в результате аварий на атомных предприятиях. При атомных взрывах образующиеся радиоактивные вещества могут переноситься потоками на большие расстояния и, постепенно выпадая, привести к радиоактивному загрязнению искусственными радиоизотопами почв и природных вод.

Включаясь в биологический круговорот, они через растительную и животную пищу попадают в организм человека и, накапливаясь в нём, вызывают радиоактивное облучение.

Наибольшую опасность в этом отношении представляют изотопы стронция  $^{90}\text{Sr}$  и цезия  $^{137}\text{Cs}$ , поскольку именно они обуславливают искусственную радиоактивность и, характеризующуюся длительным периодом полураспада, обладают высокой энергией излучения и способностью активно включаться в биологический круговорот.

Необходимо осуществлять контроль радионуклидных загрязнений в окружающей среде и в сельскохозяйственной продукции, оценивать дозовые нагрузки на человека, изучать поведение радионуклидов в экосистемах (поступление, взаимодействие с почвой, трансформация и миграция, включение в биогеохимические циклы и пищевые цепочки). Нужна количественная оценка направленности и интенсивности процессов и прогноз развития ситуации, разработка мероприятий по ограничению распространения радионуклидов в биосфере и снижение уровней загрязнений в среде обитания и в рационе человека.

Целью этого курсового проекта является разработка принципов функционирования хозяйства, на территории которого располагаются радиоактивно загрязнённые выщелоченные чернозёмы.

Основной задачей курсового проекта является разработка при данных условиях принципа функционирования хозяйства, при котором возможно получение чистой продукции, предотвращение распространения загрязнения (т.е. вторичного загрязнения водоёмов, чистых земель, населённых пунктов), обеспечение безопасности производства и рентабельности хозяйствования.

Данная по заданию территория загрязнена двумя видами нуклидов:  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Особенностью этих нуклидов является то, что  $^{90}\text{Sr}$  может вызвать только внутреннее облучение за счёт того, что распадается по принципу  $\beta$ -распада, а  $^{137}\text{Cs}$  может вызвать как внутреннее, так и внешнее облучение, что связано с испусканием не только  $\beta$ , но и  $\gamma$ -частиц.

$\beta$ -частица, попадая внутрь организма, оказывает заметное отрицательное воздействие, тогда как  $\gamma$ -частица – более опасна с точки зрения внешнего воздействия.

В организм радиоактивные вещества попадают с пищевыми продуктами, питьевой водой и вдыхаемым воздухом. Первое время после попадания загрязняющих нуклидов на территорию проявляется наиболее интенсивно внешнее облучение, позднее существенно возрастает доля внутреннего облучения, за счёт пищевого поступления нуклидов в организм.

Уменьшение дозы внешнего облучения можно достичь за счёт заглубления радионуклидов в грунт, и дозы внутреннего облучения – за счёт связывания нуклидов в почве и вымывания их.

## Агрохимическая характеристика почвы

Дерново-подзолистые песчаные почвы имеют кислую реакцию среды ( $pH = 4-4,5$ ), значительную обменную кислотность (1-2 мг-экв на 100 г), 80-90% величины которой приходится на обменный алюминий, а также высокие значения гидролитической кислотности (3-6 мг-экв на 100 г), низкую емкость поглощения (5-15 мг-экв) и степень насыщенности основаниями (30-70%). Данный тип почв нуждается в известковании полными дозами извести.

Содержание гумуса в дерново-подзолистых песчаных почвах не превышает 0,5-1%, азота – 0,03-0,08%, фосфора – 0,03-0,6% и калия – 0,5-1,0%, валовой запас их составляет: гумуса – 15-30 т/га, азота – 0,9-2,4 т/га, фосфора – 0,9-1,8 т/га и калия – 15-30 т/га. Почвы эти являются достаточно увлажненными.

В плане поступления радионуклидов положительным моментом является быстрое вымывание их вниз по профилю, отрицательным – низкое содержание глинистых минералов, фосфора, и высокая кислотность. Поэтому агрохимические мероприятия, направленные на окультуривание данного типа почв, положительно скажутся на снижении степени радиационной загрязненности.

## Прогноз радиологической ситуации

Для прогнозирования радиологической ситуации необходимо предварительно провести оценку поведения нуклидов в почве.

Цезий располагается в одном периоде периодической таблицы химических элементов с калием, а стронций – с кальцием. Соответственно и поведение этих элементов в почве будет схожим.

Особенностью питания растений является то, что питательные вещества корни поглощают преимущественно из почвенного раствора. Достаточно большая часть питательных элементов находится в поглощённом виде в почвенном поглотительном комплексе. Экспериментально обнаружено необменное поглощение катионов  $\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Cs}^+$ . То есть эти катионы не переходят в почвенный раствор и, соответственно, становятся недоступными для питания растений. Отсюда чем выше поглотительная способность почвы, тем вероятней то, что будет поглощено больше радионуклидов.

Почвенная поглотительная способность чернозёмов очень велика. За счёт высокого содержания органического вещества и глинистых минералов в почве, происходит интенсивное поглощение питательных веществ (катионов и анионов) в том числе  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Cs}^+$ . Общим для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  является довольно полное их поглощение твёрдой фазой почвы, поэтому основное их количество (80 – 90%) закрепляется в верхнем слое почвы (5 – 9 см). Большая часть  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  закрепляется почвами по обменному типу, хотя  $^{137}\text{Cs}$  способен и к необменному поглощению. Цезий фиксируется, как и катионы калия во внутрикристаллическом пространстве глинистых минералов типа монтмориллонита и гидрослюд. Цезий закрепляется почвой лучше, чем стронций.

Так как степень поглощения растениями и закрепление радионуклидов почвы зависит от многих факторов, то математическая точность в характеристике данных процессов не важна.

В рассматриваемом нами хозяйстве выращивают зерновые, овощи, картофель, развито животноводство.

Средняя поверхностная плотность загрязнения почвы в хозяйстве составляет по  $^{137}\text{Cs}$  – 4.52 Ки/км<sup>2</sup> и по  $^{90}\text{Sr}$  – 0.83 Ки/км<sup>2</sup>.

Опасность внешнего облучения составляет только цезий. Внешнее облучение составит 452 мкЗв.

Внутреннее облучение будет зависеть от содержания радионуклидов в продуктах растениеводства и животноводства. Степень загрязнённости продуктов животноводства зависит от загрязнения кормов.

В полученной продукции растениеводства и животноводства содержание радионуклида по всем видам продукции превышает допустимый уровень содержания радионуклидов в пищевых продуктах по СанПиН по содержанию  $^{90}\text{Sr}$ , да и общая доза предельного годового поступления радионуклидов в организм превосходит предел дозы для населения по НРБ – 99 и составляет 2168,4 мкЗв.

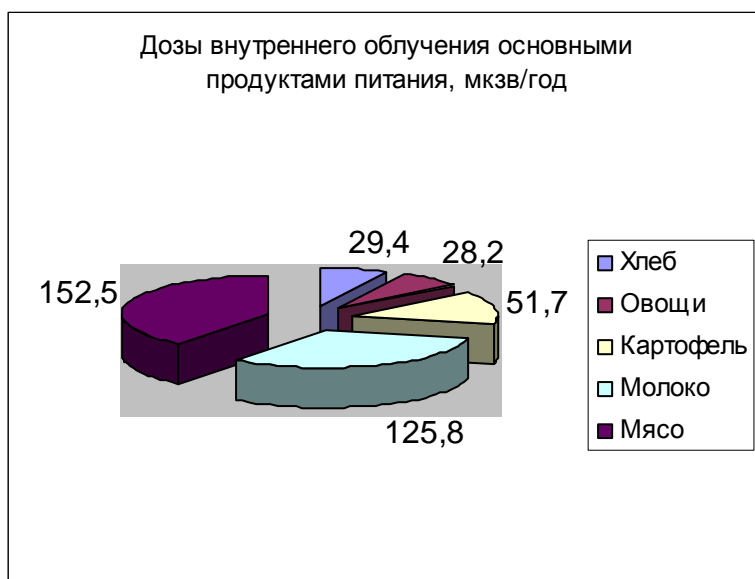
Как видно из расчётов и рисунков 1 и 2, большие доли от внутреннего облучения обеспечивают мясо и молоко по  $^{137}\text{Cs}$  и овощи, картофель и молоко по  $^{90}\text{Sr}$ .

Годовая доза внутреннего облучения от поступления с пищевыми продуктами по  $^{137}\text{Cs}$  более чем в два раза меньше, чем по  $^{90}\text{Sr}$ :

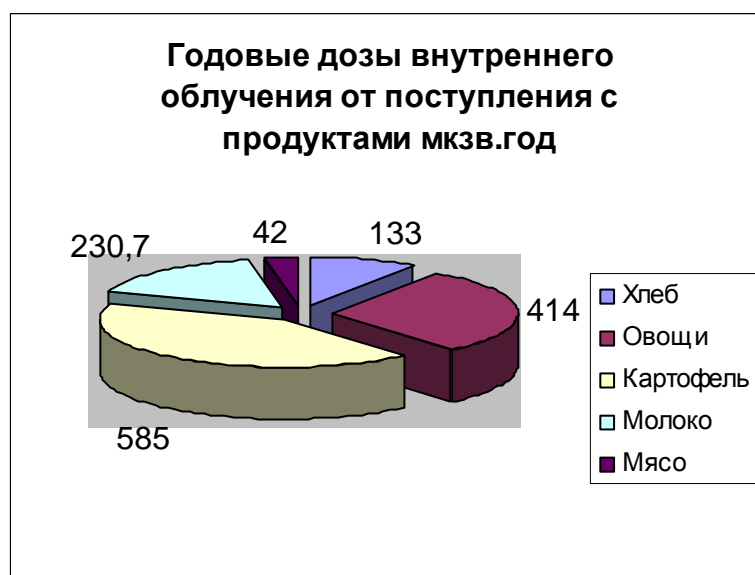


Годовые дозы внутреннего облучения от поступления с продуктами

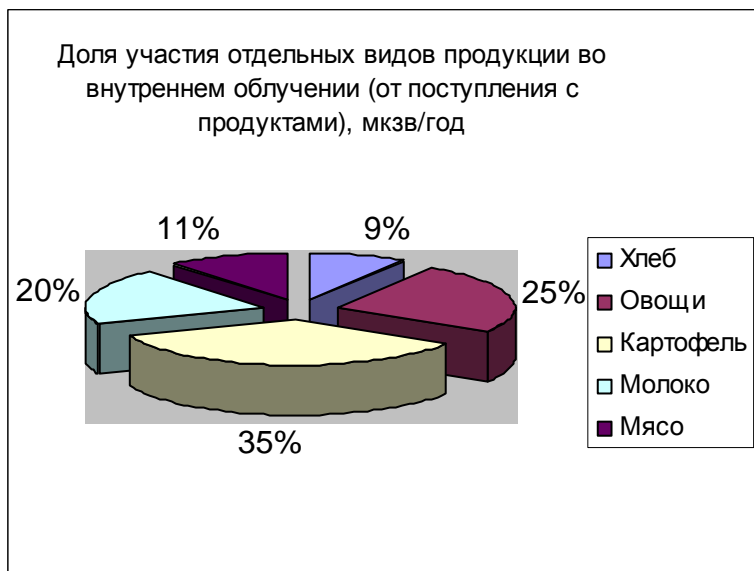
а)  $^{137}\text{Cs}$



б)  $^{90}\text{Sr}$



Не одинакова и степень загрязнения радионуклидами по отдельным видам продукции (рис. 4)



Наибольшую долю участия во внутреннем облучении принимает картофель, затем идут овощи, молоко и мясо. Наименьшую долю облучения приносит хлеб.

Также необходимо учесть воздействие внешнего облучения от  $^{137}\text{Cs}$ . Именно доза внешнего облучения и составит большую долю от общей дозы.(рис.5)



Учитывая все моменты, перечисленные выше, можно сделать следующие выводы:

1. Так как суммарная доза, полученная за год больше предельно допустимой дозы, то необходимо проводить мероприятия по снижению поверхностной плотности загрязнения почвы;
2. Необходимо, по возможности, принять меры по снижению внешнего облучения;
3. Необходимо принять меры по снижению внутреннего облучения через снижение загрязнения радионуклидами продуктов питания и кормов.

## Пути снижения радионуклидного загрязнения

На начальных этапах возможно снижение радионуклидного загрязнения уже при выращивании растений. Для этого необходимо провести реабилитацию почв. Существует множество способов реабилитации: механическая дезактивация, запашка и оборот пласта, дождевание и промывка почвы, применение осушительной мелиорации, противоэрозионных мероприятий, биодезактивация. Но в нашем случае приемлемы не все вышеперечисленные меры. Зачастую некоторые меры не приемлемы из-за экономической неэффективности (механическая дезактивация достаточно дорога, биодезактивация занимает слишком большое количество времени (например – оптимальный биодезактивант – люпин – снижает содержание радионуклидов в почве лишь на 1,5 процента за год. Также мы не можем подкислять реакцию среды, имея изначально низкий рН. Теоретически понизить внешнюю дозу облучения можно еще и дождеванием, но учитывая тяжелое финансовое положение, сложившееся на сегодняшний день в сельском хозяйстве, а также то, что наше хозяйство, судя по типу почв находится в гумидной зоне, эта мера также экономически и агрономически нецелесообразна. Поэтому единственное мероприятие, которое мы можем провести для снижения внешнего облучения – глубокая вспашка с оборотом пласта, что снизит внешнее облучение в 2 раза и оно составит 300 мкЗв в год.

Для снижения дозы внутреннего облучения (фактически для снижения коэффициентов перехода) на пашне мы будем использовать комплекс агрохимических мероприятий, включающий в себя: известкование полными дозами извести, применение фосфорных и калийных удобрений в повышенных дозах (в 1,5-2 раза), применением органических удобрений и, возможно, глинованием. Как известно, фосфорные удобрения и известь прочно связывают  $^{90}\text{Sr}$ , глинование приведет к прочному необменному закреплению части  $^{137}\text{Cs}$  в кристаллической решетке глинистых минералов,

повышенные дозы калийных удобрений сократят вероятность поглощения растениями катионов  $Cs^+$  вместо  $K^+$ . Если применять все перечисленные выше мероприятия, то кратность снижения накопления  $^{90}Sr$  и  $^{137}Cs$  будет равна приблизительно 5.

Так же необходимо снизить степень загрязнения кормов. Основная доля внутреннего облучения в животноводстве принадлежит сено многолетних трав. Эти корма не проходят очистки. В пищевод животных поступают и частички загрязнённой почвы вместе с сеном. Силос и концентраты менее загрязнены за счёт прохождения переработки.

Понизить степень загрязнения сена многолетних трав можно за счёт коренного улучшения лугов и пастбищ, которое включает в себя перепашку, внесение минеральных удобрений и извести. Кратность снижения накопления радионуклидов будет равна приблизительно трем.

Загрязнение овощей можно вообще избежать, выращивая овощные культуры в закрытом грунте.

Таблица 1

Эффективность проведения мероприятий по снижению загрязнения продукции

Нуклид	Культура	КП* до проведения мероприятия	КП* после проведения мероприятия
$^{137}Cs$	Хлеб	10	2
	Овощи	10	0
	Картофель	10	2
	Сено мн. тр.	220	73,4
	Силос кукур.	20	4
	Концентраты	40	13,4
$^{90}Sr$	Хлеб	40	8
	Овощи	130	0
	Картофель	100	20

	Сено мн. тр.	2000	666,7
	Силос кукур.	450	90
	Концентраты	240	80

\*КП – коэффициент перехода-пересчета от плотности загрязнения почвы [ $\text{Ки}/\text{км}^2$ ] к ожидаемому содержанию в урожае [ $\text{Бк}/\text{кг}$ ].

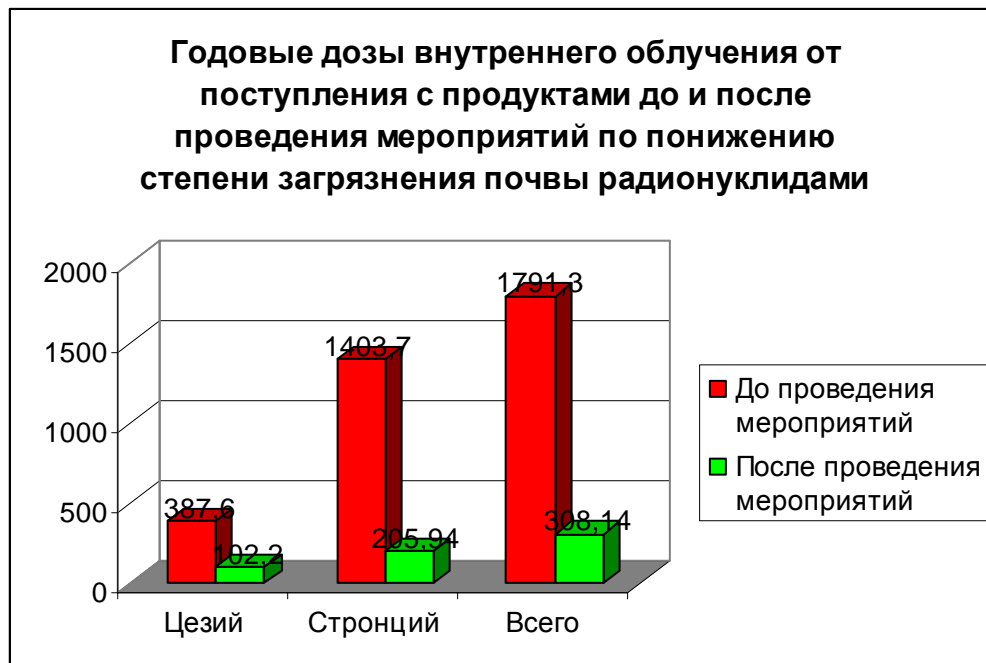
Более подробные расчеты дозовой нагрузки представлены в приложениях 1 и 2.

## Выводы

В результате проведения мероприятий по понижению степени загрязнения почвы была снижена в 3-5 раз внутренняя доза облучения, и в три раза внешняя.

В полученной готовой продукции содержание радионуклидов значительно ниже уровней, установленных СанПин 2.3.2.1078-01, и это значит, что нам удалось произвести радиационно «чистую» продукцию.

Общее снижение внутренних доз облучения показано на рисунке 6.



В ходе проведения данных мероприятий необходимо соблюдать все меры безопасности для рабочего персонала.

При составлении плана мероприятий учитывалась и экономическая сторона. В результате использовались только доступные и эффективные для данного хозяйства мероприятия.

## Список используемой литературы

1. Агрохимия/под ред. акад. ВАСХНИЛ Ягодина Б.А. М.:Агропромиздат, 1989. 656 с. .
2. Горбачев М.С. Избранные речи и статьи. М.: Изд-во политической литературы, 1987. 512 с.
3. Прогноз радиоактивного загрязнения продукции, оценка дозовых нагрузок на человека и разработка рекомендаций по защитным мерам для населения / методические указания для выполнения курсовой работы. М.: изд-во МСХА, 2004. 14 с.
4. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. М.: «Дрофа», 2005. 368 с.



## *Приложения*