

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И АГРОБИЗНЕСА

Кафедра агрохимии, почвоведения и экологии

Чекин Г.В.

ОСНОВЫ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение
Профиль Агроэкология

БРЯНСК 2017

УДК 54:615.9 (076)

ББК 24:52.84

Ч 37

Чекин, Г.В. Основы экотоксикологии: методические указания для практических занятий для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль – Агроэкология / Г.В. Чекин. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2017. – 32 с.

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.с.-х.н., доцент Чекин Геннадий Владимирович

РЕЦЕНЗЕНТ: к.с.-х.н., доцент, Кротов Дмитрий Геннадьевич

Рекомендовано к изданию методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского государственного аграрного университета протокол № 3 от 31.01.17 г.

© Брянская ГСХА, 2017

© Г.В. Чекин, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Рекомендуемая литература	5
Задание по проекту.....	5
1. Общие сведения о сельхозпредприятии.....	6
2. Рекомендации по применению пестицидов.....	6
3. Токсикологическая и экотоксикологическая характеристика ксенобиотиков.....	7
4. Регламентирование токсикантов.....	7
5. Нехимические меры борьбы с вредными объектами.....	7
6. Составление проекта мониторинга токсикантов в системе «почва - растение - животное – человек». Оценка экотоксикологической ситуации.....	7
7. Порядок расчета размера ущерба от деградации почв и земель	15
8. Меры по охране окружающей среды и человека от воздействия экотоксикантов.....	22
Приложения	25

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний об основных закономерностях взаимодействия живых организмов и токсикантов, направленное на рациональное применение удобрений и пестицидов для снижения и предотвращения загрязнения агроэкосистем токсикантами и получение экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

В процессе освоения дисциплины, у обучающихся формируются следующие компетенции:

ПК-7: способностью провести анализ и оценку качества сельскохозяйственной продукции.

Знать: виды токсикантов; особенности поступления токсикантов в окружающую среду и живые организмы; поведение токсикантов в почве, воздухе, воде и влияние на здоровье человека; методы контроля и содержания токсикантов в природных средах и сельскохозяйственной продукции; приёмы снижения и предотвращения опасного действия токсикантов в конкретной экологической ситуации.

Уметь: определять возможность опасного воздействия токсикантов на объекты окружающей среды; определять содержание токсикантов в почве, воздухе, воде; использовать методы контроля содержания токсикантов; применять приёмы снижения и предотвращения опасного воздействия токсикантов; применять мероприятия по снижению и предотвращению опасного воздействия токсикантов на объекты окружающей среды в конкретной экологической ситуации.

Владеть: нормативной базой для общей оценки состояния почв земель сельскохозяйственного назначения, природных и сточных вод, сельскохозяйственных растений; современными приборами и оборудованием, применяемым для анализа почв; приёмами работы с наиболее распространёнными приборами; методами физико-химического анализа содержания токсикантов в почве, природных и сточных водах, сельскохозяйственных растениях.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: виды токсикантов, особенности поступления токсикантов в окружающую среду и живые организмы, поведение токсикантов в почве, воздухе, воде и влияние на здоровье человека; методы контроля и содержания токсикантов в природных средах и сельскохозяйственной продукции, приёмы снижения и предотвращения опасного действия токсикантов в конкретной экологической ситуации.

Уметь: внедрять мероприятия по снижению и предотвращению опасного действия токсикантов на объекты окружающей среды.

Владеть: экологически безопасным применением систем удобрений в различных агроландшафтах.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Жуленко В.Н., Таланов Т.А., Смирнова Л.А. Токсикология: учеб. для вузов. М.: КолосС, 2010.
2. Гальперин М.В. Общая экология: учеб. пособие. М.: Форум, 2015.
3. Экология: учеб. для бакалавров. М.: КНОРУС, 2014.
4. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология и охрана окружающей среды: учеб. для вузов. М.: КНОРУС, 2014.
5. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии: учеб. пособие для вузов. М.: КолосС, 2006.
6. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Кн. 5. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001.
7. Бузмаков В.В., Москаев Ш.А. Природопользование и сельскохозяйственная экология. М.: Техногрупп, 2005.
8. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции: учеб. для вузов. М.: ДеЛи принт, 2007.
9. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005.

ТЕМА И ОБЪЕКТ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

В ходе практических занятий студент выполняет индивидуальный проект на тему «Экотоксикологическая оценка (сельхозпредприятие, район, область)»

Проект следует выполнять на материалах сельскохозяйственного предприятия, которое было объектом при написании курсовых работ по дисциплинам Почвоведение, Земледелие, Агрохимия.

ПЛАН ПРОЕКТА

1. Дать общие сведения о сельхозпредприятии
2. Разработать севооборот систему удобрений под запланированный урожай и систему защиты растений в этом севообороте (или взять готовые из «Системы земледелия»).
3. Привести токсикологическую и экотоксикологическую характеристику ксенобиотиков и регламентирование токсикантов.
4. Составить проект мониторинга токсикантов в системе "почва -растение - животное -человек". Оценить экотоксикологическую ситуацию.
5. Составить и решить задачи по оценке экономического ущерба от загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ), пестицидами.
6. Определить основные мероприятия по предотвращению и снижению загрязнения экосистем токсикантами, меры по охране окружающей среды и человека от воздействия экотоксикантов.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЗЯЙСТВА

Каждый студент получает индивидуальное задание. В нем указывается, помимо темы, зона хозяйства (район), вид почвы и агрохимическая характеристика почв хозяйства (используются материалы к.р. по почвоведению).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почв хозяйства

Почва	Бал бонитета	Гумусовый слой см	Гумус.%	pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O
					мг-экв/100г	

Задание состоит из двух частей.

1. Будущий ученый агроном-эколог использует готовый или составляет перспективный севооборот (используются материалы к.р. по земледелию). На этом севообороте рассчитывается система удобрений на запланированный урожай севооборот (используются материалы к.р. по агрохимии) предлагаются вредители, болезни и сорняки, для борьбы с которыми необходимо подобрать и применить химические средства (используются материалы к.р. по защите растений). Задание оформляется в виде таблицы. Перед таблицей и после нее должен быть текст.

2. Помимо пестицидов, в задании будет один из следующих экотоксикантов: тяжелые металлы (Hg, Cd, Pb и др.); диоксины; полихлорбифенилы; 3,4-бенз(а)пирен; микотоксины; нитраты; нитриты; нитрозамины; СПАВ и т.д.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПЕСТИЦИДОВ

В этом разделе необходимо разработать рекомендации по борьбе с предложенными вредителями, болезнями и сорняками. Материал следует оформить в виде таблицы.

Таблица 2

Рекомендации по применению пестицидов (пример)

№ п/п	Культура	Объект	Пестицид, препарат, форма	Норма расхода, кг/га
1.	Ячмень	Мучнистая роса	Альто, 40% КС	0,15
		Редиса дикая	Аминная соль 2,4-Д 60% ВР	2
2.	Картофель	Колорадский жук	Фьюри, 10% КЭ	0,07
		Фитофтороз	Арцерид, 60% СП	3
3.	Капуста	Капустная белянка	Карбофос, 50% КЭ	1,0
		Марь белая	Семерок, 25% КЭ	2,0

Используя материал дисциплин «Защита растений», «Земледелие», «Микробиология», другие источники, студент находит нужный препарат - инсектицид, фунгицид, гербицид или иное нужное средство. Два следующих правила являются определяющими при выборе пестицида:

1. Возможность применения пестицида на культуре.
2. Эффективность пестицида в отношении указанного объекта. Использовать «Список пестицидов, разрешенных к применению в Российской Федерации. 2017» обязательно для любого курсового проекта.

3. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КСЕНОБИОТИКОВ

В этом чрезвычайно важном разделе студент даёт развернутую характеристику химическим средствам, указанным в таблице 2 и одному из экотоксикантов (тяжелый металл, диоксин, микотоксин и др.). Необходимо указать химическое происхождение (класс). Дать структурную формулу действующего вещества, его химическое название, физические, химические и развернутые токсикологические свойства в отношении теплокровных животных и других организмов, обитающих в окружающей среде, гидробионтов, почвообитающих существ и т.п. Указать класс опасности. Следует дать материал по поведению токсиканта в атмосфере, гидросфере, почве, указать период полураспада T_{50} и пути, по которым происходит деструкция (разрушение) соединения вплоть до воды, углекислого газа, аммиака, спиртов и т.д. с потерей токсических свойств.

4. РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ ТОКСИКАНТОВ

В этом разделе студент дает материал по регламентам применения пестицидов. К ним относятся возможность применения препарата на культуре (культурах), норма расхода и концентрация рабочей жидкости, кратность обработок, срок ожидания и т.д. Для всех экотоксикантов дать показатели МДУ, ДСД, ПДОК, ПДК для почвы, воды и воздуха. Материал оформить в виде одной-двух таблиц с текстом.

5. НЕХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ

В сжатой форме необходимо дать материал по применению нехимических мер по борьбе с заданными объектами - агротехнического, биологического, интегрированного методов. Севооборот, система обработки почвы, удобрение, сорт, энтомофаги могут полностью или частично позволить решить проблему защиты урожая.

6. ОЦЕНКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА МОНИТОРИНГА ТОКСИКАНТОВ В СИСТЕМЕ "ПОЧВА - РАСТЕНИЕ - ЖИВОТНОЕ -ЧЕЛОВЕК"

Оценка экотоксикологической ситуации производится в отношении при-

мененных химических средств по методикам, изложенным в источниках 2, 3 и 6. В случае необходимости предлагаются меры по её улучшению.

6.1 ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ И РЕГЛАМЕНТЫ

Специалисты хозяйств, применяя пестициды, руководствуются такими гигиеническими регламентами, как срок последней обработки до сбора урожая (срок ожидания) кратность обработок культуры одним препаратом за сезон и срок выхода людей работы на полях, обработанных пестицидами. Однако этих мер недостаточно для того, чтобы обеспечить лучшую экологическую ситуацию. Необходим компетентный выбор препаратов и регламентация уровня нагрузки пестицидов на единицу площади агроэкосистемы в соответствии с конкретными условиями их применения. Поэтому целесообразно пользоваться шкалой интегральной классификации, включающей две категории показателей: токсиколого-гигиеническую (категория А) и экотоксикологическую (категория Б).

Исходя из деления химических веществ по степени опасности токсического действия на 4 класса и принимая в качестве базовых критериев для категории А токсичность и кумулятивность для млекопитающих, а для категории Б персистентность и токсичность для рыб, характеризующую угрозу загрязнения водоемов, класс опасности пестицида можно определить по приведенной таблице 3.

Таблица 3

Категория показателей	Показатель	Классы опасности пестицидов			
		I	II	III	IV
А	ЛД ₅₀ млекопитающих	<15	16-150	151-5000	>5000
	Коэффициент кумуляции	<1	1-3	3-5	>5
Б	T ₅₀ (сутки)	>20	5-20	3-5	<3
	СК ₅₀ для рыб	<0.01	0.01-1	1-10	>10

Значения критериев категории А выражены величиной ЛД₅₀ и коэффициентом кумуляции, критерии категории Б характеризуются периодом полураспада T₅₀, рассчитанным по константе скорости разложения химических веществ в природных средах и СК₅₀ в воде рыбохозяйственных водоемов.

Интегральная классификация пестицидов представлена шкалой, построенной на основе сочетания показателей категорий А и Б согласно уравнению:

$$CO=(K_A+K_B) - 1,$$

где CO – степень опасности пестицида;

K_A и K_B – классы опасности по соответствующим категориям.

А / Б	I	II	III	IV
I	1	2	3	4
II	2	3	4	5
III	3	4	5	6
IV	4	5	6	7

Рис. 1. Интегральная степень образования опасности пестицидов для человека и биоты, создаваемая при их применении (приложение 1)

По этой шкале предусматривается 7 степеней опасности: пестициды 1-й и 2-й степени характеризуются как очень опасные, 3-й — опасные, 4-й и 5-й — умеренно опасные, 6-й и 7-й — малоопасные.

Оптимальный вариант химической защиты растений выбирают на основе оценки уровня потенциальной опасности последствий применения пестицидов. Для расчетов используют модель, включающую три параметра.

Во-первых, среднюю взвешенную степень опасности используемого ассортимента пестицидов (Q), которую рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{CO_1 * m_1}{M} + \frac{CO_2 * m_2}{M} + \dots + \frac{CO_n * m_n}{M}$$

где CO — интегральная степень опасности пестицида;

m — использованное количество одного пестицида (кг);

M — общее количество сменных пестицидов (кг).

Во-вторых, усредненную нагрузку пестицидов на территорию хозяйства или района, выраженную экотоксикологической дозой ($D_{экт}$)

$$D_{экт} = \frac{M}{S} \text{ кг/га,}$$

где S — общая пахотная площадь (га).

M — общее количество сменных пестицидов (кг).

Этот показатель используется с учетом миграции пестицидов в воде и воздухе, а также ежегодного территориального перемещения интенсивно обрабатываемых культур в севообороте, что способствует снижению концентрации вредных веществ в месте их внесения. При применении пестицидов, выпускающихся в форме концентрированных эмульсий и смачивающихся порошков, расчеты проводят по препаративным формам, а гранулятов — по действующему веществу, поскольку наполнителями в этом случае служат нетоксичные минеральные удобрения или нейтральные химические продукты.

В-третьих, толерантность территории к пестицидной нагрузке, которая оценивается индексом способности земельных угодий к самоочищению ($I_{со}$), отражающий интенсивность разложения препарата в зависимости от почвенно-климатических условий. Выражается он в оценочных баллах от 0,1

для целинных ландшафтов сухих степей и солончаков до 1 для ландшафтов окультуренных черноземных почв.

Различной способности к самоочищению соответствуют следующие индексы: очень интенсивная—>0,80; интенсивная—0,80—0,61; умеренная—0,60—0,41; слабая—0,40—0,20; очень слабая—<20 (табл. 4).

Таблица 4

Зональные индексы самоочищающей способности ($I_{зон}$)
основных почвенно-климатических зон

Зональные индексы ($I_{зон}$)	Почвенно-климатические зоны
0,50	дерново-подзолистых типичных и оглеенных почв
0,60—0,70	лесостепная серых лесных почв и черноземов типичных
0,40—0,50	степная подзона черноземов обыкновенных
0,30—0,40	степная подзона черноземов южных
0,20—0,30	сухостепная темно-каштановых и каштановых почв

Прогнозируемое загрязнение пестицидами сельскохозяйственных угодий (V) выражается интегральным показателем, учитывающим все параметры:

$$V = \frac{D_{экт}}{Q * I_{зон}} \text{ условных кг/га.}$$

Уровень потенциальной опасности пестицидов может быть охарактеризован агроэкотоксикологическим индексом — АЭТИ, числовые значения которого определяются по величине прогнозируемого загрязнения территории:

$$АЭТИ = \frac{10V(1+V)^3}{(1+V)^4 + 5000}$$

где V - прогнозируемое загрязнение пестицидами с\х угодий

Это уравнение основывается на принципах теории ферментативных реакций Михаэлиса-Ментена, которая может использоваться при интерпретации деструкции пестицидов в биологических системах.

Исходя из четырехступенчатой градации опасности токсических веществ, загрязнение территории химическими средствами защиты растений можно охарактеризовать следующими значениями АЭТИ; малоопасное 0—1, среднеопасное 1—4, повышенной опасности 5—7, высокоопасное 8-10.

При планировании химических мер по защите растений следует подбирать ассортимент пестицидов и суммарный их расход на единицу площади в данной почвенно-климатической зоне так, чтобы значения АЭТИ были как мож-

но меньше. Экологическую ситуацию можно считать практически безопасной, если АЭТИ меньше 1, при этом пестицидная нагрузка на пашню в хозяйстве, районе не должна превышать 4 условных кг/га. Фактическая норма нагрузки пестицидов в реальных кг/га зависит от индекса способности территории к самоочищению и средней степени опасности применяемого ассортимента препаратов. При величине АЭТИ>1 контроль за фактическим содержанием пестицидов в продуктах урожая и объектах экосистемы обязателен.

Контроль за применением пестицидов должен направляться на предотвращение возможных отрицательных последствий химических обработок сельскохозяйственных культур. С этой целью он осуществляется как на этапе планирования мер борьбы, так и в период их проведения.

6.2 СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА МОНИТОРИНГА ТОКСИКАНТОВ В СИСТЕМЕ "ПОЧВА - РАСТЕНИЕ - ЧЕЛОВЕК"

Среди загрязнителей химической природы тяжелые металлы (ТМ) имеют особое экологическое, биологическое и здравоохранительное значение. С одной стороны, металлы-микроэлементы, оказывая влияние на формирование урожая культур и качество продукции, являются важным компонентом почв, с другой стороны, чрезмерное поступление ТМ в биосферу вызывает загрязнение почвы и растений вследствие накопления их выше допустимых концентраций, опасных для здоровья животных и человека.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ВНЕСЕННЫХ В ПОЧВУ С УДОБРЕНИЯМИ В СЕВООБОРОТЕ

Используя таблицы севооборотов и системы удобрений рассчитываем количество тяжелых металлов вносимых с удобрениями в севообороте (табл. 5).

Таблица 5

Культура	Планируемый урожай	Нормы удобрений на 1 га								
		Органических кг	Известковых кг	Минеральных кг д.в.			Минеральных кг Физический вес			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
ИТОГО:				Внесено туков кг:						
				Применяемые туки						

Содержание ТМ в удобрениях находим в приложении 2, 3.
Расчет ведется по формуле:

$$TM_{пост} = TM_{удобр} \times \text{Физ. вес}_{удобр.}$$

Полученные данные заносим в таблицу (табл. 6)

Таблица 6

Количество ТМ, внесенных в почвы с удобрениями за ротацию севооборота

Удобрения	Вносимые удобрения кг/га	Содержание ТМ в удобрениях, мг/кг	Поступление ТМ в почву мг/га
Азотные			
Фосфорные			
Калийные			
Органические			
Известковые			
Пестициды			
ИТОГО поступило ТМ с удобрениями мг/га (ТМ _{удоб}):			

Почва, обладая ярко выраженной катионной поглотительной способностью, очень хорошо удерживает положительно заряженные ионы металлов. Поэтому постоянное поступление их даже в малых количествах в течение продолжительного времени способно привести к существенному накоплению металлов в почве.

Для суждения о складывающемся балансе кадмия в системе почва - удобрение - растение рассмотрим вынос этого элемента выращиваемыми культурами (табл. 7).

Таблица 7

Ежегодный вынос кадмия из почвы с урожаем (Kloke, 1980)

Культура	Средний урожай, кг/га	Содержание Cd, мг/кг	Содержание Cd, в урожае, г/га	Расчетный вынос Cd с основной и побочной продукцией, г/га
Зерновые	4490	0,035	0,157	0,4
Картофель	29570	0,050	1,479	3,0
Зеленая капуста	154530	0,044	0,679	1,2
Морковь	30460	0,023	0,701	1,4

РАСЧЕТ ВЫНОСА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРОДУКЦИЕЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Для расчета выноса тяжелых металлов с основной продукцией растениеводства используются данные приложений 4, 5, 6, 7.

Расчет ведется по формуле:

$$\text{Вынос} = \text{Содержание ТМ мг/кг} * \text{Урожай кг/га}$$

Полученные данные заносят в таблицу (табл.8).

Суммируя данные в последней колонке получаем вынос тяжелых металлов сельскохозяйственной продукцией в севообороте.

Таблица 8

Вынос ТМ из почвы с урожаем

Культура	ПДК мг/кг	Средний урожай, кг/га	Содержание ТМ, в урожае	
			мг/кг	мг/га
ИТОГО вынесено ТМ с урожаем мг/га (ТМ _{урож}):				

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДОСТИЖЕНИЯ ПДК В ПОЧВЕ

Количество ТМ оставшегося в почве определяют по формуле:

$$ТМ_{ост} = ТМ_{удобр} - ТМ_{урож} \text{ мг/га};$$

$$ТМ_{ост} = \frac{ТМ_{удобр} - ТМ_{урож}}{3000000} \text{ мг/кг};$$

Где ТМ_{удобр} – количество ТМ внесенных с удобрениями

- ТМ_{урож} – вынос ТМ с урожаем
- 3000000 – вес почвы на 1 га

Время достижения ПДК определяют по формуле (приложения 11, 12)

$$T = \frac{ПДК - ТМ_{почвы}}{ТМ_{ост}} * П_{сев}$$

Где ТМ_{почвы} – содержание ТМ в почве района

- ТМ_{ост} – количество ТМ оставшихся в почве после ротации севооборота
- П_{сев} – количество полей в севообороте

Вывод: при используемой системе удобрений на применяемых севооборотах ПДК по ТМ может быть достигнуто через Т лет без учета выноса с побочной продукцией, эрозией и других факторов.

Следовательно, систематическое использование различных удобрительных средств, а также техногенное загрязнение почвы приводят к заметному

накоплению тяжелых металлов в ней. Поэтому изучение их баланса должно стать неотъемлемой частью комплексных агрохимических исследований при любом направлении земледелия.

Особую опасность представляют и служат потенциальным источником загрязнения почв сельскохозяйственных угодий используемые в качестве удобрений отходы промышленности, осадки сточных вод (ОСВ), фосфогипс, а также сапропель и др. Обычно применяют высокие дозы их, так как в этих удобрительных средствах низок процент биогенных элементов. Систематическое использование их может привести к накоплению в почве тяжелых металлов, различных токсичных соединений.

РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СРЕДНЕМ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ С ПИЩЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИХ ПОСТУПЛЕНИЯ В ОРГАНИЗМ

Расчет потребления тяжелых металлов в среднем на душу населения с пищей проводят, используя данные таблицы 9. Среднее содержание тяжелых металлов в продуктах питания приведены в приложениях 4, 5, 6, 7, 8.

Данные заносят в таблицу 9 и суммируют, таким образом вычисляют дневное поступление ТМ с продуктами питания.

Таблица 9

Ежедневное потребление продуктов питания
(в среднем на душу населения) населением РФ с пищей

Продукт	Потребление, кг	Содержание ТМ в продуктах мг/кг	Потребление ТМ в день мг/кг
Хлебопродукты	0,330		
Картофель	0,265		
Овощи и бахчевые	0,400		
Фрукты свежие	0,260		
Сухофрукты	0,010		
Сахар	0,100		
Масло растительное	0,020		
Мясо. Мясопродукты	0,205		
Сало	0,005		
Рыба и рыбопродукты	0,050		
Яйцо и яичные продукты	0,040		
Молоко и молочные продукты в переводе на молоко	1188		
	ИТОГО:		

Полученные данные нужно проанализировать, используя таблицу 10, по следующим пунктам:

сравнить поступление ТМ в организм человека с различными продуктами; оценить количество поступившего ТМ.

Для расчета потребления ТМ за всю жизнь необходимо умножить дневное потребление на 365, на среднюю продолжительность жизни и на коэффициент усвоения в ЖКТ.

Сделать вывод о количестве ТМ поступивших в организм человека и качестве продуктов по ТМ (сравнить с ПДК) (Приложение 9, 10).

Таблица 10

Поступление ингредиентов в организм взрослого человека
(Н.А.Киприянов. 1997)

Химический элемент	Летальное, г\день	Токсичное мг\день	Нормальное мг\день	Дефицитное, мг\день
Тяжелые металлы				
Cd	1,5-9	3-330	0,07-0,3	-
Co	-	500	0,005-1,8	0,0002
Cr	3-8	200	0,01-1,2	0,005
Cu	0,175-0,25	-	0,5-6	0,03
Fe	7-35	200	6-40	6
Hg	0,15-0,3	0,4	0,004-0,02	-
Mn	-	-	0,4-10	-
Mo	-	-	0,05-0,35	-
Ni	-	-	0,3-0,5	0,0006
Pb	10	-	0,06-0,5	-
Sn	-	2000	0,2-3,5	-
Zn	6	150-600	5-40	5
Другие биогенные химические элементы				
Al	1,3-6,2	60	0,0014-0,08	-
As(III)	0,05-0,34	5-50	0,04-1,4	0,07
B	-	4000	1-3	-
F	2	20	0,3-5	-
I	35-350	2	0,1-0,2	0,015
Se	-	5	0,06-0,2	0,0006
Ti	-	-	0,8	-

7. ПОРЯДОК РАСЧЕТА РАЗМЕРА УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель разработана в соответствии с Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» и постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. N 555 «Об утверждении Положения о порядке консервации де-

градированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсичными промышленными отходами и радиоактивными веществами».

1.2. Методика предназначена для использования органами системы Минприроды России и Роскомзема при определении размеров ущерба от деградации почв и земель всех категорий основного целевого назначения. Методика используется в дополнение к «Положению о порядке «возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства», утвержденного постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 года N 77.

1.3. Дополнения и изменения в настоящий документ могут вноситься совместно Минприроды России и Роскомземом по согласованию с Минсельхозпродом России и по предложениям заинтересованных министерств и ведомств.

1.4. При определении размера ущерба используются данные почвенных, агрохимических, геоботанических, почвенно-мелиоративных, теологических и других необходимых обследований, выполненных предприятиями, организациями и лицами, получившими в установленном Минприроды России и Роскомземом порядке лицензии на проведение обследований по выявлению деградированных земель.

1.5. Выявление деградированных почв и земель осуществляется с учетом требований нормативных документов приведенных в приложении 1 к настоящей Методике.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

2.1. Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

2.2. Под степенью деградации (деградированности) почв и земель понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова и порча земель

2.3. Выделяются следующие основные типы деградации почв и земель;

- технологическая (эксплуатационная) деградация, в т.ч.: нарушение земель, физическая деградация, агроистощение;
- эрозия, в т.ч.: водная, ветровая;
- засоление, в т.ч.: собственно засоление, осолонцевание;
- заболачивание.

2.4. Под технологической деградацией понимается ухудшение свойств почв, их физического состояния и агрономических характеристик, которое

происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова и обусловлено отрытыми и закрытыми разработками полезных ископаемых и торфа; строительными и геологоразведочными работами и др. К нарушенным землям относятся все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия, т.е. земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную ценность.

Физическая деградация почв характеризуется нарушением (деформацией) сложения почв, ухудшением комплекса их физических свойств.

Агроистощение почв представляет собой потерю почвенного плодородия в результате сельскохозяйственной деятельности. Агроистощение почв, как правило, сопровождается физической деградацией почв вплоть до полного разрушения почвенного покрова.

2.5. Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и перетолжением почвенного материала.

Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока. Выделяется плоскостная и линейная эрозия.

Плоскостная эрозия проявляется в виде смытости поверхностных горизонтов (слоев) почв.

Линейная (овражная) эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов.

Под ветровой эрозией понимается захват и перенос частиц поверхностных слоев почв ветровыми потоками, приводящий к разрушению почвенного покрова;

2.6. Засоление почв и земель представляет собой процесс накопления водорастворимых солей, включая и накопление в почвенном поглощающем комплексе ионов натрия и магния.

Собственно засоление – это избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение реакции среды вследствие изменения их катионно-анионного состава.

Осолонцевание представляет собой приобретение почвой специфических свойств, обусловленное вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс.

2.7. Под заболачиванием понимается изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель.

2.8. Для оценки степени деградации почв и земель используются индикаторные показатели, по которым установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель. При этом необ-

ходимо введение дополнительных показателей, более полно характеризующих деградацию почв и земель.

2.9. Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями:

0 – недеградированные – (ненарушенные);

0. – слабодеградированные

2 – среднедеградированные;

3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

Определение степени деградации производится в соответствии с Табл. 11.

Таблица 11

Определение степени деградации почв и земель

Индикаторные показатели	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Мощность абiotического (неплодородного) наноса, см <	<2	2-10	11-20	21-40	>40
Глубина провалов (см) относительно поверхности (без разрыва сплошности)<	<20	20-40	41-100	101-200	>200
Уменьшение содержания физической глины на величину, % от исходного (*)	<5	5-15	16-25	26-32	>32
Увеличение равновесной плотности сложения па хотного слоя почвы, в % от исходного, (*) <	<10	10-20	21-30	31-40	>40
Стабильная структурная (межагрегатная, без учета трещин) пористость, куб.см/г 0,2	>0.2	0.11-0.2	0.06-0.1	0.02-0.05	<0.02
Текстурная пористость (внутриагрегатная), куб.см/г > 0,3	>0.3	0.26-0.3	0.2-0.25	0.17-0.19	<0.17
Коэффициент фильтрации. М/с/т > 1,0	>1.0	0.3-1.0	0.1-0.3	0.01-0.1	<0.01
Каменистость, % покрытия < 5:	<5	5-15	6-35	36-70	>70
Уменьшение мощности почвенного профиля (А+В), % от исходного, (*)	<3	3-25	26-50	51-75	>75
Уменьшение запасов гумуса в профиле. Почвы (А+В), % от исходного, (*)	<10	10-20	21-40	41-80	>80
Площадь обнаженной почвообразующей породы (С) или подстилающей породы (D) % от общей площади.	0-2	3-5	6-10	11-25	>25
Глубина размывов и водороев относительно поверхности см	<20	20-40	41-100	101-200	>200
Расчлененность территории оврагами км/км ²	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-2.5	>2.5
Дефляционный нанос не плодородного слоя, см	<2	2-10	11-20	21-40	>40

Площадь подвижных песков % от общей площади	0-2	3-5	6-15	16-25	>25
Содержание суммы токсичных солей в гумусовом и пахотном слое % с участием соды	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.3	0.31-0.5	>0.5
для других типов засоления	<0.1	0.1-0.25	0.26-0.5	0.51-0.8	>0.8
Увеличение токсичной щелочности (при переходе от нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв/100 г почвы	<0.7	0.7-1.0	1.1-1.6	1.7-2.0	>2.0
Увеличение содержания обменного натрия (% от емкости катионного обмена – для почв, содержащих < 1% Na	<1	1-3	3-7	7-10	>10
- для других почв	<5	5-10	0-15	15-20	>20
Увеличение содержания обменного магния % от емкости катионного обмена	<40	40-50	51-60	61-70	>70
Поднятие пресных почвенно-грунтовых вод до глубины, м в гумидной зоне(< 1 г/л)	>1.0	0.81-1.0	0.61-0.8	0.3-0.6	<0.3
- в степной зоне(< 3 г/л)	>4	3.1-4	2.1-3.0	1.0-2.0	<1
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) почвенно-грунтовых вод до глубины, м.	>7	5.1-7.0	3.1-5.0	2.0-3.0	<2
Продолжительность затопления (поверхностного переувлажнения), месяцы	<3	4-6	7-12	13-18	>18
Сработка торфа мм/год	<1	1-2.5	2.6-10	11-40	>40

Дополнительные показатели

Потери почвенной массы т/га/год	<5	6-25	26-100	101-200	>200
Увеличение площади средне- и сильноэродированных почв % в год	<0.5	0.6-0	1.1-2.0	2.1-5.0	>5.0
Площадь естественных кормовых угодий, выведенных из землепользования (лишенных растительности) % от общей площади	<10	11-30	31-50	51-70	>70
Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального	>90	71-90	51-70	10-50	<10
Скорость роста деградированных пастбищ, % в год	0.25	0.26-1.0	1.1-3.0	3.1-5.0	>5
Увеличение площади подвижных песков, % в год	<0.25	0.26-1.0	1.1-2.0	2.1-4.0	>4
Увеличение площади засоленных почв, % в год	0-0,5	0,51-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5

Примечание: * - под исходным понимается состояние недеградированных аналогов (нулевой уровень деградации)

2.10. Установление степени деградации почв и земель возможно по любому из предложенных индикаторных и/или дополнительных показателей. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень.

ПОРЯДОК РАСЧЕТА РАЗМЕРА УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

1. Определение размера ущерба от деградации почв и земель осуществляется на основании результатов обследований, проводимых по инициативе территориальных органов Минприроды России и Роскпмзема или по заявлениям физических и юридических лиц.

2. В основу расчета ущерба от деградации почв и земель положены нормативы стоимости, определяющие возмещение убытков за изъятие участков земель и регламентируемые «Положением о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства», от 28 января 1993 года N 77. Указанные нормативы, определенные по состоянию на 1 ноября 1992 года.

3. При деградации почв и земель в пределах особо охраняемых территорий органами исполнительной власти краев, областей, автономных образований, городов Москвы и Санкт-Петербурга могут вводиться повышающие коэффициенты (Кп) к нормативам стоимости:

на земли природно заповедного фонда	3
на земли природоохранного, оздоровительного и историко культурного назначения	2
на земли рекреационного назначения	1,5
на прочие земли	1,0

3.4. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территории (Кэ), приведенные в табл. 12, вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого деградацией почв и земель на экологическую обстановку.

Территориальные органы Минприроды России и Роскомзема совместным решением осуществляют корректировку коэффициентов, а также вводят необходимые показатели по типам деградации почв и земель, исходя из природно-климатических условий.

Таблица 12

Коэффициенты (Кэ) экологической ситуации и
экологической значимости территории

Экономические районы РФ	Кэ
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

5. При расчете размеров ущерба от деградации почв и земель, нанесенного их собственнику, учитывается потеря ежегодного дохода (Дх), который исчисляется по фактическим объемам производства в натуральном выражении в среднем за 5 лет и ценам, действующим на момент определения размеров ущерба.

Таблица 13

Значения коэффициента пересчета (Кв) дохода с сельскохозяйственных земель в зависимости от периода времени их восстановления

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8-10 лет	5,6
2 года	1,7	11-15 лет	7,0
3 года	2,5	16-20 лет	8,2
4 года	3,2	21-25 лет	8,9
5 лет	3,8	26-30 лет	9,3
6-7 лет	4,6	31 и более лет	лет 10,0

Размер ежегодного дохода рассчитывается с привлечением данных налоговых инспекций и в необходимых случаях корректируется в расчете на предстоящий период в соответствии со сложившимися темпами инфляции. В зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, которое устанавливается землеустроительным проектом, вводится коэффициент пересчета (Кв), определяемый в соответствии с табл. 13.

6. Для определения размера ущерба в зависимости от изменения степени

деградации почв и земель вводятся пересчетные коэффициенты (K_c), приведенные Табл. 14, а для отдельных случаев деградации почв и земель коэффициент пересчета (K_c) определяется по табл. 15.

Таблица 14
Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель (K_c)

Степень деградации по данным предыдущих обследований	Степень деградации почв по данным контрольных обследований				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
1	-	0	0,3	0,6	0,8
2	-	-	0	0,3	0,5
3	-	-	-	0	0,2
4	-	-	-	-	0

Таблица 15
Коэффициенты пересчета для отдельных случаев деградации почв и земель (K_c)

Тип деградации	Коэффициент пересчета
Образование солончаков	1,5
Поднятие уровня минерализованных (>3 г/л) грунтовых вод – выше 2 м	2,0
Образование оврагов и рост существующих	3,0

7. При проведении обследований по выявлению деградированных почв и земель, определяются площади, а также изменение степени их деградации:

8. Размер ущерба рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле:

$$Ущ = H_c * S * K_э * K_c * K_{п+Дх} * S * K_в ,$$

где $Ущ$ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб);

H_c – норматив стоимости, определяемый согласно прил. 2;

$Дх$ – годовой доход с единицы площади (тыс.руб), определяемый согласно п. 5;

S - площадь деградированных почв и земель (га);

$K_э$ – коэффициент экологической ситуации территории, определяемый согласно табл. 2;

Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, определяемый согласно табл. 3;

Кс – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель, определяемой согласно табл. 4 или 5;

Кп – коэффициент для особо охраняемых территорий, определяемый согласно п. 3.

НОРМАТИВЫ

стоимости освоения новых земель взамен изымаемых сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд (по состоянию на 1 ноября 1992г.) (утверждены постановлением Совета Министров-Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. N 77)

Таблица 17

Типы и подтипы почв на изымаемых участках	Нормативы стоимости освоения, тыс.руб./га	
	под пашню, много- летние насаждения, сенокосы и пастбища коренного улучшения	под сенокосы и пастбища
1	2	3
Брянская, Владимирская, Волгоградская Ивановская, Калужская, Тверская Киров- ская, Костромская, Новгородская, Пермская, Псковская Смоленская, Ярославская обла- сти	809	477
Темно-серые лесные, дерново-карбонатные, торфяные окультуренные	978	785
Серые и светло-серые, дерново- слабопод- золистые, старопойменные луговые, дерно- вые на бескарбонатных породах	909	716
Темно-серые лесные и дерново- карбонат- ные эродированные	862	385
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные, пойменные луговые глееватые	808	362
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные – эродированные, пойменные луго- вые глееватые	624	262
Дерново-подзолистые, серые и светло- серые лесные глеевые; пойменные луговые глеевые, торфянисто-глеевые	524	239
Иловато-болотные, болотные низинные	454	193
Почвы овражно-балочного комплекса	-	123

8. МЕРЫ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ

В этом разделе, студент указывает меры по охране биоты и человека от воздействия веществ, о которых идёт речь в курсовом проекте.

Рекомендации по снижению опасных концентраций солей тяжелых металлов в почве.

Для понижения содержания токсичных элементов в почве и уменьшения его миграционной способности в сопредельные среды, подвижность и поступление в растения рекомендуется использовать следующие приемы:

- известкование кислых почв;
- внесение в почву органических удобрений;
- соблюдение сроков и доз внесения пестицидов и минеральных удобрений,
- обеспечить максимальную очистку выбросов аэрозолей в атмосферу предприятиями промышленного производства;
- осуществить посадку деревьев и кустарников вдоль дорог, с целью снижения концентрации выхлопных газов автотранспорта.

На загрязненных ТМ участках с/х угодий необходимо:

- проводить наблюдение за состоянием их загрязнения при периодических обследованиях;
- рассчитывать безопасные нормы внесения компостов с учетом уровня загрязнения участков, их агрохимических и почвенных характеристик;
- осуществить оптимальный подбор с/х культур, устойчивых к тяжелым металлам;
- проводить посев технических культур на загрязненных почвах;
- давать рекомендации по снижению перехода тяжелых металлов в продукцию с учетом агрохимических свойств участков.

Гигиенические нормативы и регламенты.
Классификация пестицидов по степени опасности. (В.А. Зинченко 1991
с учетом разрешенных к применению пестицидов в 2000 г.)

Пестицид	ПДК			Сроки выхода на участки, дни	ДСД мг/кг массы тела	Класс опасности		Степень опасности
	Воздух рабочей зоны мг/м ³	Вода бытового использования мг/л	Почва мг/кг			Категория А	Категория Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Антио	0.5	0.004	0.2*	4/10	0.020	II	IV	5
Атразин	2.0	0.2	0.01*	3/7	0.004	III	I	3
Базагран	5.0	-	-	3/7	0.002	III	III	5
Базудин	0.2	0.3	0.1	4/10	0.002	II	III	4
Байлетон	0.5	-	0.35*	3/7	0.050	II	IV	5
Банвел Д	1.0	-	0.25	4	0.004	III	III	5
Бетанал	0.5	0.50	0.25	3/7	0.080	III	III	5
Бордоская жидкость	0.3	0.1	-	1/3	0.005	II	III	4
Витавакс	1.0	1.0	-	-	-	III	III	5
Глифосат	3.0	0.1	0.5	3/7	0.020	III	III	5
Делан	-	0.03	-	3/7	-	III	III	5
Децис	0.1*	-	-	3/7	0.0025	II	II	3
Дитан М-45	0.5	0.015	-	3/7	0.005	III	III	5
Дурсбан	0.3*	0.02	0.2	4/20	0.001	II	II	3
Зенкор	-	0.1	-	3/7	0.004	III	III	5
Иллоксан	0.5*	0.1	-	3/7	0.018	III	III	5
Каптан	0.3	2.0	1.0*	3/7	-	II	III	4
Ленацил	-	0.2	1.0*	3/7	-	III	III	5
Медный купорос	0.3	0.1	-	1/3	-	III	III	5
Мезоранил	0.6	-	0.9*	-/15	0.003	III	III	5
Метальдегид	0.2	-	-	4/10	0.005	III	III	5
Микал	-	-	-	-	0.020	I	III	3
Митак	0.5	-	-	3/7	0.005	II	III	4
Пирамин	0.5	2.0	0.7*	-/20	-	II	II	3
Пиримор	0.05*	Не доп.	0,3	4/10	0,001	I	II	2
Прометрин	5.0	3.0	0.5	3/7	-	III	II	4
Реглон	0.05	0.02	0.2*	3/10	-	I	III	3
Ридомил	-	-	0.05	3/7	0.030	III	III	5
Ровраль	1.0*	0.03	-	3/7	0.006	III	III	5
Ртутьсодержащие пестициды								
Сапроль	1.0	-	-	3/7	0.002	III	III	5

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сумилекс	2.0	-	-	3/7	-	II	IV	5
Сумицидин	0.3*	0.05	-	3/7	0.003	III	II	4
Топсин-М	1.5*	0.05	0.4*	3/7	0.080	II	III	4
ТМГД	0.5	1.0	-	-	0.005	II	II	3
Трефлан (нитран)	3.0	1.0	0.2*	-/15	0.010	III	III	5
Фозалон	0.5	0.001	0.5	4/10	0.006	II	III	4
Фундазол	0.01*	0.5	0.1*	4/10	-	II	III	4
Фурадан	0.05	-	-	5/45	-	I	II	2
Хостаквик	0.3*	0.02	0.2	3/2	0.003	II	III	4

- отменены расчетные нормативы; в графе 5 в числителе указан срок выхода для выполнения механизированных работ, в знаменателе – ручных

Приложение 2

Содержание примесей в удобрениях, мг/кг

Удобрения	Содержание ТМ, мг/кг					
	Pb	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr
Аммиачная селитра	0.25	0.5	1.0	0.3	0.9	0.6
Сульфат аммония	0.6	0.4	1.0	0.9	4.3	0.6
Мочевина	1.3	6.0	0.8	0.25	7.5	-
Суперфосфат дв. Гр.	38.0	14.2	13.0	3.5	17.0	41.0
Суперфосфат пр. гр.	42.5	19.3	14.3	3.5	24.8	10.0
Хлористый калий	12.5	12.3	4.5	4.25	19.3	0.5
Калийная соль (40%)	6.0	30.0	10.0	2.5	19.3	0.5
Сульфат калия	6.0	18.0	1.0	1.0	-	-
Азофоска	10.5	31.1	20.0	1.3	11.2	3.2
Нитрофоска	5.0	7.6	10.8	1.0	4.3	3.2
Аммофос	7.0	34.2	30.0	0.6	4.4	3.2
Нитроаммофос	4.7	20.0	11.4	0.4	4.7	4.7
Фосфоритная мука	30.0	81.0	45.0	1.3	73.6	40.0
Известняковая мука	37.5	21.0	5.8	3.5	30.0	37.0
Меловые отходы	45.0	80.0	60.0	2.0	10.3	46.0
Фосфогипс	42.0	67.0	49.0	5.0	9.0	69.0
Зола ТЭЦ	0.1	675.0	862.0	0	108.0	80.0
Зола (окисл. уголь)	77.0	342.0	60.0	16.0	320.0	31.0
Пиритные отгарки	4500	10000	4000			
Навоз (влажн. 75%)	2.9	12.1	2.4	1.1	8.8	9.3
Осадки сточных вод	40-130	80-3100	40-1600	10-180	20-360	50-1200
Допустимое в ОСВ	1200	3000	1200	20.0	200	1200

Приложение 3

Сельскохозяйственные источники загрязнения почв
тяжелыми металлами, мг/кг сухой массы

Элемент	Орошение сточными водами	Фосфатные удобрения	Известковые материалы	Азотные удобрения	Органические удобрения	Пестициды
As	2-26	2-1200	0,1-24	2,2-120	3-25	22-60
Cd	2-1500	0,1—170	0,04—0,1	0,05-8,5	0,3-0,8	—
Co	2-260	1-12	0,4-3,0	5,4-12	0,3-24	—
Cr	20-40000	66-245	10-15	3,2-19	5,2-55	—
Cu	50-3300	1-300	2-125	1-15	2-60	12-50
F	2-740	8500-38000	300	—	7	18-45
Hg	0,1-55	0.01-1,2	0,05	0,3-2,9	0,09-0,2	0,8-42
Mn	60-3900	40-2000	40—1200	—	30-550	—
Mo	1-40	0,1-60	0,1-15	1-7	0,05-3	—
Ni	16-5300	7-38	10-20	7-34	7,8-30	—
Pb	50-3000	7-225	20-1250	2-27	6,6-15	60
Se	2-9	0,5-25	0,08-0,1	—	2,4	—
Sn	40-700	3-19	0,5-4,0	1,4-16,0	3,8	—
Zn	700-49000	50-1450	10-450	1-42	15-250	1,3-25

Приложение 4

Содежание токсичных элементов в растениеводческой
продукции в 1997 году Брянской области (мг/кг)

Токсичный элемент	ПДК мг/кг	Зерно	Картофель и овощи	Корма	Фрукты и др. продукция
Свинец	0,5	0,14	0,1	0,12	0,04
Кадмий	0,1	0,02	0,008	0,019	0,004
Ртуть	0,03	0,003	0,003	0,003	0,003
Цинк	50	17,55	1,42	31,8	10,5
Медь	10	3,1	0,67	5,8	0,35

Приложение 5

Предельные величины накопления загрязнителей некоторыми сельскохозяйственными культурами, мг/кг сырой массы В. М. Плещов (1991)

Культура	Медь	Свинец	Цинк	Кадмий
Свекла листовая	0,7-2,1	0,2-2,0	4,0-29,0	-
Томат	0,5-1,1	0,07-0,1	1,0-10,0	-
Морковь	0,5-1,3	0,1-1,6	3,0-8,0	0,05-0,5
Ревень	0,2-0,8	0,04-0,7	0,4-5,3	-
Свекла столовая	0,9-3,0	0,1-2,2	6,0-31,0	-
Перец красный	0,8-1,2	0,05-0,12	2,0-4,0	-
Картофель	-	0,27	-	0,04-0,12
Пшеница	-	0,20	-	0-0,2
Рожь	-	0,30	-	0-0,2
Овес	-	0,20	-	-

Приложение 6

Пределы колебаний содержания тяжелых металлов
в сельскохозяйственной продукции, мг/кг сухого вещества

Элемент	Зерно озимой ржи	Зерно овса	Клубни картофеля	Травы 1 г. пользования	Травы 2 г. пользования
Cu	2,79-4,27	0,44-1,16	3,10-5,52	2,04-9,31	1,80-7,05
Zn	15-26,6	25,4-32,6	12,6-99,8	20,3-37,7	19,1-23,4
Cd	0,036-0,063	0,04-0,52	0,10-0,44	0,10-0,52	0,09-0,25
Pb	0,26-0,49	0,22-0,66	0,16-0,42	0,40-1,63	0,54-1 13
Fe	12,0-35,4	32,8-46,2	26,2-59,7	23,9-71,2	28,4-56,6
Co	0,11-0,21	0,14-0,76	0,32-0,84	0,30-1,06	0,42-0,83
Ni	0,15-0,47	0,54-1,98	0,6-2,20	1,60-4,72	1,18-1,90
Mn	8,5-20,7	26,8-33,3	5,0-13,4	19,6-57,3	14,1-35,1
Hg	0,0020-0,0067	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Cr	0,27-0,38	0,02-0,50	0,08-0,44	0,44-2,12	1,24-1,74

Приложение 7

Среднее содержание распространенных микроэлементов, включая ТМ, в с-х
продукции мг/кг сухой массы (Н.А.Киприянов. 1997)

Элемент	Пшеница мягкая	Рожь	Кукуруза	Свекла	Горох	Фасоль	Картофель	Капуста	Морковь
Al	14,45	16,7	4,4	-	11,8	6,4	8,6	5,7	3,23
B	1,96	3,1	2,7	2,8	6,7	4,9	1,15	2,0	2,0
Fe	54,15	58,8	37,0	14	94	59,4	9	6,25	7
I	0,078	0,093	0,052	0,007	0,051	0,121	0,05	0,03	0,05
Cd	0,0137	-	0,06	-	-	0,055	0,009	-	0,13
Co	0,055	0,076	0,053	0,02	0,131	0,187	0,05	0,06	0,02
Mn	37,6	27,7	10,9	6,6	17,5	13,4	1,7	1,7	2
Cu	4,7	4,6	2,9	1,4	7,5	5,8	1,4	0,75	0,8
Mo	0,236	0,18	0,284	0,1	0,842	0,394	0,08	0,06	0,03
Ni	0,428	0,303	0,838	-	0,466	1,732	0,05	0,05	0,06
Sn	0,361	0,265	0,289	-	0,162	-	-	-	-
Hg	0,01	-	0,003	0,0068	-	0,0056	-	-	0,0052
Se	0,291	0,258	0,3	0,0078	0,131	0,249	-	-	0,026
Pb	0,042	-	0,003	-	-	-	0,031	-	-
Ti	0,437	1,753	0,279	-	1,81	1,5	-	-	-
F	0,7	0,67	0,64	0,2	0,44	-	0,3	0,1	0,55
Cr	0,055	0,072	0,08	-	0,09	0,1	0,35	-	0,03
Zn	27,9	20,4	17,3	4,25	31,8	32,1	3,6	4,	4

Приложение 8

Ориентировочные параметры концентрации тяжелых металлов
в продуктах животноводства, мг/кг (мг/л)

Наименование пищевых продуктов органов и тканей	Pb	Cd	Cr	Sn	Ni	Al	Sr
Молоко коровье (цельное)	0,075	0,001	0,056	0,89	0,088	5,64	0,81
Мясо говядина	0,19	0,012	0,10	6,60	0,15	8,84	0,39
Мясо свинина	0,11	0,03	0,17	0,35	0,21	36,84	0,23

Приложение 9

ПДК тяжелых металлов в сырье растительного происхождения в
готовых продуктах

	Химические элементы и их ПДК мг/кг				
	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
Зерновые продукты	0,1(0,03)*	10	0,03	0,5(0,3)	50
Зернобобовые	0,1(0,03)	10	0,02	0,5(0,3)	50
Крупы разные**	0,1(0,03)	10	0,09	0,5(0,3)	50
Мука	0,1(0,03)	10	0,02	0,5(0,3)	50
Хлеб	0,05	5	0,01	0,3	25
Сахар-песок	0,05	1	0,01	1	3
Масло растительное	0,05	0,5	0,05	0,1	5
Маргарины и жиры	0,05	1	0,05	0,1	10
Картофель, овощи	0,03	5	0,02	0,5	10
Фрукты, ягоды	0,03	5	0,02	0,4	10
Яйца	0,01	3	0,02	0,3	50
Яичный порошок	0,1	15	0,1	3	200
Мясо и птица	0,05	5,0	0,03	0,5	70,0
Молоко	0,03 (0,02)	1,0	0,005	0,1 (0,05)	5,0
Масло сливочное	0,03	0,5	0,03	0,1	5
Сыры, творог	0,2	4,0	0,02	0,3	50,0

- Для детского питания ** Для гречневой крупы Cd-0,04мг/кг

ПДК в растительной продукции

Культура	Pb	Cd	Hg	As	Zn	Cu
Зерновые	0,5	0,1	0,03	0,2	50,0	10,0
Овощные	0,5	0,03	0,02	0,2	10,0	5,0
Фрукты	0,4	0,03	0,02	0,2	10,0	5,0
Кормовые культуры	5,0	0,3	0,1	0,5	50	30

Средневзвешенное содержание тяжелых металлов
в почвах Брянской области (мг\кг)

№ п/п	Район	Кадмий	Свинец	Медь	Никель	Цинк	Ртуть
		ПДК 0,6	ПДК 6,0	ПДК 3,0	ПДК 4,0	ПДК 23,0	ПДК 1,0
1.	Брянский	0,14	1,3	0,36	0,5	1,18	0,05
2.	Брасовский	0,05	0,93	0,28	0,44	0,91	0,03
3.	Выгоничский	0,06	1,17	0,36	0,26	0,47	0,03
4.	Дятьковский	0,03	0,24	0,51	0,04	1,66	0,01
5.	Жуковский	0,03	0,24	0,36	0,36	1,9	0,01
6.	Карачевский	<u>0,11</u>	<u>1,24</u>	<u>0,34</u>	<u>0,52</u>	<u>1,09</u>	<u>0,03</u>
		0,07	0,8	0,23	0,31	2,31	0,02
7.	Клинцовский	<u>0,09</u>	<u>0,91</u>	<u>0,28</u>	<u>0,32</u>	<u>1,1</u>	<u>0,03</u>
		0,28	2,91	0,71	0,89	3,39	0,05
8.	Климовский	0,06	0,43	0,21		0,32	0,01
9.	Комаричский	0,03	0,5	0,14	0,28	0,2	0,02
10.	Красногорский	0,07	0,94	0,15	0,44	0,16	0,02
11.	Мглинский	0,02	0,27	1,48	0,22	1,73	0,02
12.	Новozyбковский	<u>0,04</u>	<u>0,99</u>	<u>0,33</u>	0,36	<u>0,8</u>	<u>0,06</u>
		0,11	1,44	0,36		1,08	0,1
13.	Почепский	0,02	0,46	0,28	<u>0,25</u> 0,59	0,98	0,01
14.	Погарский	0,05	1,04	0,2	0,18	0,35	0,02
15.	Севский	0,03	0,47	0,25	0,25	0,59	0,01
16.	Стародубский	0,05	<u>0,62</u>	<u>0,26</u>	0,71	<u>0,45</u>	<u>0,01</u>
		0,05	0,95	0,38		1,14	0,01
17.	Суземский	0,08	0,97	0,42	<u>0,21</u>	0,66	0,02
Итого по области		<u>0,07</u> 0,14	<u>0,80</u> 1,61	<u>0,07</u> 0,14	<u>0,35</u> 0,56	<u>0,83</u> 2,10	<u>0,03</u> 0,05

В числителе значения для пашни, в знаменателе для сенокосов и пастбищ.

Приложение 12

Ориентировочные допустимые концентрации ТМ и As в почвах с различными физико-химическими свойствами (мг/кг почвы вал)

Элемент	Песчаная и супесчаная	Кислые pH<5.5 (суглинистые и глинистые)	Близкие к нейтральным и нейтральные pH>5.5 (суглинистые и глинистые)
Ni	20	40	80
Cu	33	66	132
Zn	55	110	220
As	2	5	10
Cd	0.5	1.0	2.0
Pb	32	65	130

Приложение 13

Баланс тяжелых металлов в организме человека

Элемент	Поступление		Содержание		Коэф усвоения в ЖКТ	Период полувыведения T ₆
	с пищей и жидкостями	С воздухом	во всем организме	В мягких тканях		
Cd	150		50мг		0,005-0,08	25 лет
Co					0,01-0,16	
Cr	150 мкг/сут	0,1	<6,6мг	1800	0,01-0,1	
Cu	3700 мкг				0,5-1	
Hg	15	1	10мг		0,08-0,15-неорг. солей 1 метилртуть 0,4- орг соед 0,02- неорг соед	40сут; (0,05-10000); 576
Mo	300мкг/сут	0,1 мкг/сут			0,05-0,8	30 сут
Pb	0,44мг		120мг	110	0,05-0,14; 0,2	Из скелета 10000сут
Sn	4мг		<17мг	5,8	0,02	
Zn	13 мг	<0.1	2300	1800	0,31-0,51	245сут

Учебное издание

ЧЕКИН Геннадий Владимирович

ОСНОВЫ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение
Профиль Агроэкология

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 4.04. 2018 года. Формат 60x84 1 /16.
Бумага офсетная. Усл. п. л.1,86. Тираж 100 экз. Изд.5685.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ