

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

В.А. Раскатов, И.В. Андреева, С.Ю. Ермаков, Е.Б. Таллер, В.В. Габечая

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Учебное пособие

Москва
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
2024

УДК 676.034.81

Р 24

Рецензент – Аканова Н.И.,

*доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации
ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова*

Р 24 Раскатов, В. А. Обращение с отходами : учебное пособие / В. А. Раскатов, И. В. Андреева, С. Ю. Ермаков, Е. Б. Таллер, В. В. Габечая; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – 104 с. – Текст : электронный.

В учебном пособии обобщены элементы современных технологий по обращению с отходами. Основное внимание уделено правовым, законодательным и нормативным документам обращения с отходами производства и потребления на различных уровнях хозяйственной деятельности. Рассмотрены инновационные технологии утилизации отходов в сельском хозяйстве.

Учебное пособие адресовано бакалаврам по направлению «Экология и природопользование» (профили «Экология и устойчивое природопользование», «Агроэкология и экологически безопасная продукция»), магистрантам (профиль «Экологический мониторинг и проектирование») а также аспирантам, преподавателям-стажерам, ассистентам и специалистам, работающим в сфере охраны окружающей среды.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, протокол № 13 от 23 декабря 2024 г.

Raskatov, V. A. Waste management : textbook / V. A. Raskatov, I. V. Andreeva, S. Yu. Ermakov, E. B. Taller, V. V. Gabechaya, Russian Timiryazev State Agrarian University : RTSAU, 2024. – 104 p. – Text: electronic.

The textbook summarizes the elements of modern waste management technologies. The main attention is paid to legal, legislative and regulatory documents of production and consumption waste management at different levels of economic activity. Innovative technologies of waste utilization in agriculture are considered.

The manual is addressed to bachelors in the field of Ecology and Environmental Management (profile "Ecology and sustainable environmental management", "Agroecology and environmentally friendly products"), as well as graduate students, trainee teachers, assistants and specialists working in the field of environmental protection.

УДК 676.034.81

ББК 45.451.85

© Раскатов В.А., Андреева И.В.,
Ермаков С.Ю., Таллер Е.Б.,
Габечая В.В., 2024

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, 2024

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ	5
1.1 Общие положения. Классификация отходов производства и проблемы обращения с ними	6
1.2 Основные нормативные документы, регламентирующие хозяйственную деятельность по обращению с отходами	13
1.3 Основные направления и проблемы утилизации отходов в сельскохозяйственном производстве	16
1.4 Последствия избыточного поступления в почву биогенных элементов и тяжёлых металлов из отходов сельскохозяйственного производства	19
1.5 Комплексный подход к обращению с отходами	25
1.6 Технологии микробиологической конверсии отходов сельского хозяйства в кормовые добавки и комбикорма	29
ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В СФЕРЕ АПК	35
2.1 Проблема радиоактивных отходов в сфере АПК. Нормативные документы и общие положения. Классификация РАО	36
2.2 Технологии обращения, требования к сбору, хранению и удалению радиоактивных отходов из организации	41
2.3 Требования к переработке, кондиционированию, хранению и захоронению радиоактивных отходов	46
ГЛАВА 3. НАБЛЮДЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ	53
3.1 Экологический контроль по обращению с отходами производства и потребления ...	53
3.2 Экологический контроль за токсичностью отходов и рекомендации по их обезвреживанию	69
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	74
4.1 Теоретические и практические основы инновационных технологий утилизации отходов производства	75
4.2 Применение эффективных технологий утилизации отходов производства в сельском хозяйстве	81
4.3 Агроэкологическая оценка и безопасность отходов, используемых в качестве органического удобрения в сельском хозяйстве	88
ГЛОССАРИЙ	98

Предисловие

В учебном пособии обобщены современные технологии обращения с отходами на различных уровнях хозяйственной деятельности. Рассмотрены правовые и законодательные вопросы, нормативные документы обращения с отходами производства и потребления, управления отходами и охраны окружающей среды, экологически безопасного производства. Предложены модели утилизации отходов для достижения целевых природоохранных показателей.

Материал представлен в структурированной форме. В конце разделов имеются контрольные вопросы и задания, выполнение которых позволяет активизировать и закрепить полученные знания. Завершают учебное пособие глоссарий основных терминов и понятий и список рекомендуемой учебной литературы и основных нормативно-правовых актов.

В основу учебного пособия положен материал учебника «Агроэкология». Используются обобщённые результаты научно-производственной и методической работы на кафедре экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, опыт преподавания курсов «Охрана окружающей среды», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Обращение с отходами», «Контроль обращения с отходами», «Сельскохозяйственная экология».

Глава 1. Теоретические и методологические основы обращения с отходами

Вы будете изучать:

- ✓ законодательные, правовые и нормативные документы обращения с отходами производства и потребления, управления отходами и охраны окружающей среды;
- ✓ экологические требования и стандарты обращения с отходами сельскохозяйственного производства;
- ✓ основные направления и проблемы утилизации отходов сельскохозяйственного производства;
- ✓ переработка отходов сельского хозяйства в кормовые добавки и комбикорма по технологии микробиологической биоконверсии.

Отходы сельскохозяйственного производства и потребления, образуются в огромных количествах и представляют серьезную угрозу для окружающей среды, являясь источником ее загрязнения, ухудшая санитарно-эпидемиологические, оздоровительные и эстетические качества. В этой связи по мере развития современного производства все большую актуальность приобретают проблемы использования отходов в качестве вторичного материального ресурса - повторного использования отходов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг или получения энергии. Сельскохозяйственные предприятия вынуждены осуществлять плату за размещение сельскохозяйственных отходов на объектах размещения (в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» и др.), или разрабатывать экологически безопасные технологии утилизации образующихся отходов.

Благодаря целостному подходу, при котором в единой концепции рассматриваются все источники образования отходов, все их типы и характеристики, можно добиться синергетического эффекта и обеспечить

наиболее эффективное с точки зрения охраны окружающей среды и здоровья человека расходование финансовых средств.

Обращение с отходами — деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. Обращение с отходами – всеобъемлющий сложный комплекс мероприятий, охватывающий различные системы их сбора, обработки, утилизации, обезвреживания и размещения. В реализации этих мероприятий принимают участие многие субъекты экономической деятельности и организации различных уровней. Непонимание всей сложности проблемы обращения с отходами ухудшает состояние окружающей среды в регионе. Однако предпосылки и стимулы для создания систем комплексного обращения с отходами существуют. К ним относится внедрение современных высоко интегрированных технологий и систем управления обращения с отходами на основе хорошо функционирующих институционально-организационных, законодательных и финансовых схем.

1.1 Общие положения. Классификация отходов производства и проблемы обращения с ними

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ (последняя редакция) **отходы производства и потребления** (далее определения приводятся в соответствии с вышеназванным Законом) – это вещества или предметы, образующиеся в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с российским законодательством в области отходов производства и потребления.

К отходам не относится донный грунт, используемый в порядке, определенном Водным кодексом Российской Федерации (ст. 52.3), а также вскрышные и вмещающие горные породы, подлежащие использованию в

соответствии с Законом Российской Федерации от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах».

В зависимости от степени опасности отхода для окружающей среды и в соответствии с Приказом Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» выделяют пять классов опасности отходов:

- ✓ I класс – чрезвычайно опасные;
- ✓ II класс – высокоопасные;
- ✓ III класс – умеренно опасные;
- ✓ IV класс – малоопасные;
- ✓ V класс – практически неопасные.

Классы опасности отходов производства и потребления закреплены в Федеральном законе «Об отходах производства и потребления» (ст. 4.1).

Предприятия, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы, на основании Федерального закона «Об отходах производства и потребления» (п. 1; ст. 14) обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности.

Класс опасности устанавливается на каждый вид образующихся отходов. Критерии, позволяющие отнести опасный отход к определенному классу опасности, представлены в Приказе Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536 и определяются на основании кратности разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует – экспериментальный метод или метод биотестирования. Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности осуществляется в специализированных, аккредитованных для этих целей лабораториях.

Отнесение отходов к определённому классу опасности для окружающей среды, помимо экспериментального метода, может

осуществляться расчетным путём. Исключение составляют отходы V класса опасности, подтверждение которого требует метода биотестирования.

Размещение отходов. Размещение отходов — это захоронение отходов или их хранение на специально предназначенных территориях. Подавляющее большинство отходов в настоящее время размещается на полигонах размещения отходов различного класса опасности. Принципиальная разница между хранением и захоронением отходов заключается в сроках нахождения отходов в том или ином месте для тех или иных целей. Захоронение отходов — это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду, а хранение отходов — складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем 11 месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения. Хранение — это временное содержание отходов на объектах их размещения в целях последующего захоронения или использования (утилизации).

Обезвреживание отходов. С позиции российского законодательства обезвреживание отходов — это уменьшение их массы, изменение состава, физических и химических свойств. Обезвреживание включает сжигание отходов, за исключением сжигания, связанного с использованием твёрдых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов), и (или) обеззараживание на специализированных установках в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Сжигание или термическое обезвреживание является основным способом обезвреживания отходов, позволяющим значительно уменьшить их объем и массу. Продукты сжигания (шлаки и зола) составляют около 10 % от первоначального объема и 30 % — от массы сжигаемых материалов. Кроме этого, происходит разрушение горючих материалов, которые могут быть опасны при хранении.

Однако процесс сжигания отходов сопровождается рядом серьезных негативных последствий: в продуктах сжигания в концентрированных количествах содержатся вредные органические (в том числе бенз(а)пирен и диоксины) и неорганические (оксиды серы, азота и углерода, хлор- и фтороводород, тяжелые металлы) вещества, в дымовых газах содержится пыль, а в осадках – продукты сжигания (шлаки, зола, остатки на фильтрах).

Одним из вариантов обезвреживания отходов является **пиролиз**, который представляет собой процесс разложения при высоких температурах без доступа кислорода. После проведения пиролиза остаются два основных продукта – твердые остатки и коксовый газ, причем последний после охлаждения разделяется на две фракции: пиролизный конденсат, состоящий из сложной смеси различных дегтеподобных и маслянистых веществ и воды, и пиролизный газ, остающийся после конденсации.

В процессе пиролиза, так же, как и при сжигании, образуются вредные газы (сероводород, органические соединения серы, циановодород, галогеноводороды и органические галогенсодержащие соединения), последующее сжигание которых приводит к образованию диоксидов серы, оксидов азота, органических и неорганических веществ, содержащих галогены. Сточные воды, поступающие из установок для пиролиза, сильно загрязнены органическими веществами, а из отвалов твердых остатков пиролиза возможно вымывание вредных веществ. В твердых продуктах пиролиза, кроме того, обнаружены высокие концентрации поликонденсированных углеводов и хлорированных углеводов. В связи с этим пиролиз отходов не является самым безопасным способом их обезвреживания.

Обезвреживание не решает проблему отходов полностью, а лишь позволяет снять её остроту. В этой связи по мере развития современного производства все большую актуальность приобретают проблемы использования отходов в качестве вторичного материального ресурса – повторного использования отходов в той или иной деятельности.

Использование отходов. Фактически под использованием отходов понимается утилизация – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов.

Утилизация включает:

✓ рециклинг - повторное применение отходов по прямому назначению;

✓ регенерацию - возврат отходов в производственный цикл после соответствующей подготовки;

✓ рекуперацию - извлечение из отходов полезных компонентов для их повторного применения, а также использование твердых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов) после извлечения из них полезных компонентов на объектах обработки.

Отходы, которые после утилизации могут быть повторно использованы в различном виде, называют **вторичными материальными ресурсами**.

В химической промышленности при получении серной кислоты из колчедана после извлечения основной массы серы остается твердый порошок – пиритный огарок, содержащий железо, медь, сульфат кальция и другие компоненты. Пиритный огарок может быть использован в цементной и стекольной промышленности, в производстве строительных материалов, а при переработке фосфорсодержащего сырья в удобрения на стадии сернокислого разложения фосфатов в качестве отхода производства образуется фосфогипс. Он может быть использован для мелиорации солонцовых почв, в производстве цемента, для получения серной кислоты, извести и т.д.

В сельском хозяйстве основными отходами являются отходы животноводства в виде подстилочного и бесподстилочного навоза и отходы растениеводства, образующиеся при уборке и переработке продукции растениеводства. Навоз может применяться для получения биогаза и

органического удобрения. Осадки сточных вод от животноводческих комплексов могут быть использованы как составная часть органических удобрений или технологических грунтов на участках благоустройства и (или) рекультивации земель. Растительные остатки могут применяться в качестве подстилки на животноводческих комплексах и фермах, влагопоглотителя при производстве компоста из навоза, на полях в качестве мульчи, в качестве субстрата для выращивания грибов, как исходное сырьё при производстве топливных брикетов или пеллет.

Утилизация отходов сельского хозяйства возможна, но требует существенных материальных затрат и целесообразна в крупных, многопрофильных предприятиях (агрохолдингах) или в системе сельскохозяйственных предприятий, объединённых в агрокластеры, когда отходы одного производства, например растениеводства, являются исходным сырьём, вторичным материальным ресурсом для другого – животноводства или наоборот.

В настоящее время в целях повышения доли утилизации отходов в сельском хозяйстве предпринята попытка упростить использование (утилизацию) отходов животноводства с введением нового понятия - **побочные продукты животноводства (ППЖ)**, к которым относятся вещества, образуемые при содержании сельскохозяйственных животных, включая навоз, помет, подстилку, стоки, используемые в сельскохозяйственном производстве. Принципиальным является то, что различные виды навоза — это отходы, а побочные продукты животноводства не являются отходами и, соответственно, не подпадают под действие Федерального закона «Об отходах производства и потребления». Процесс обращения с ППЖ регламентируется Федеральным законом «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 14.07.2022 г. № 248-ФЗ (вступил в действие с 1 марта 2023 года). Насколько введение нового понятия и соответствующего Федерального закона упростит использование

отходов, образующихся в животноводческой деятельности, можно будет оценить спустя 3-4 года.

Одним из способов биологической переработки (утилизации) отходов является **компостирование** – процесс производства компостов, органических удобрений, полученных в результате аэробного, то есть при участии кислорода, разложения органических отходов как растительного, так и животного происхождения под действием микроорганизмов. Конечный продукт используется в качестве органического удобрения. Важнейшим элементом компостирования является создание оптимальных условий для жизнедеятельности бактерий с тем, чтобы процессы химических превращений происходили интенсивнее и быстрее, чем в естественных условиях. Однако, как правило, в таких компостах велико содержание вредных веществ (тяжелых металлов, устойчивых токсичных органических соединений). Наиболее опасны компосты из осадков сточных вод и городского мусора, а наиболее безопасны компосты, приготовленные на основе отходов животноводства и растениеводства.

Ежегодно в Российской Федерации образуется от 6 до 8 млрд. т отходов производства и потребления (данные Федеральной службы по надзору в сфере природопользования – Росприроднадзора), в отвалах и хранилищах накоплено более 80 млрд. т твёрдых отходов, в том числе токсичных. Утилизируется не более 3,5 – 3,9 млрд. т от общего количества накопленных отходов. Ввиду недостатка объектов для захоронения и размещения отходов, к сожалению, существует практика вывоза отходов в места неорганизованного складирования (несанкционированные свалки). Существующие объекты размещения отходов суммарно занимают около 4 млн. га земель. В рамках платности природопользования, существуют экологические платежи за размещение отходов производства и потребления.

Другим аспектом учета эколого-экономической составляющей размещения отходов в окружающей среде является экономическая оценка загрязнения почвы, которое может возникнуть вследствие их размещения и

(или) применения. Особенно это касается отходов промышленности, коммунально-бытового хозяйства (осадков сточных вод, бытовых отходов и других материалов, являющихся источниками повышенной экологической опасности) и объектов животноводства.

Таким образом, экологически обоснованным обращением с отходами является их использование в качестве вторичного материального ресурса.

1.2 Основные нормативные документы, регламентирующие хозяйственную деятельность по обращению с отходами

Основными нормативными документами, регламентирующими деятельность по обращению с отходами, а также используемыми в экологическом проектировании (в том числе с целью обоснования возможности использования отходов в качестве удобрений и при разработке безопасной технологии их утилизации) являются следующие:

Конвенции

1. Базельская конвенция ООН UNEP/IG. 80/3. О контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением.

Федеральные законы

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (10.01.2002 г., № 7ФЗ)

2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (24 июня 1998 г., № 89-ФЗ)

3. Федеральный закон «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 14.07.2022 г. № 248-ФЗ.

ГОСТы

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

2. ГОСТ Р 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.

3. ГОСТ Р 30773-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения.

4. ГОСТ Р 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования.

5. ГОСТ Р 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения.

6. ГОСТ Р 51769-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения.

Санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН)

1. СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления.

2. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.

3. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

Нормы технологического проектирования (НТП)

1. НТП 1-99. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота.

2. НТП 16-93. Нормы технологического проектирования предприятий послеуборочной обработки и хранения продовольственного фуражного зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных культур и трав.

3. НТП 17-99. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета.

4. НТП-АПК 1.10.01.001-00. Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств.
5. НТП-АПК 1.10.05.001-01. Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий.
6. НТП-АПК 1.10.09.002-04. Нормы технологического проектирования комплексов для выращивания шампиньонов.
7. НТП-АПК 1.10.09.003-04. Нормы технологического проектирования комплексов для выращивания вёшенки.
8. НТП-АПК 1.10.10.001-02. Нормы технологического проектирования семейных ферм зернового направления и зернообработывающих предприятий малой мощности.
9. НТП-АПК 1.10.12.001-02. Нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции.

Руководящие документы (РД)

1. РД 09-255-99. Методические рекомендации по оценке технического состояния и безопасности хранилищ производственных отходов и стоков предприятий химического комплекса.

2. РД-АПК 1.10.15.02-17. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта.

Методические рекомендации и указания

1. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. М.: ГУ НИЦПУРО, 2003. 90 с.

2. Методическое пособие по применению «Критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды». М.: ФГУ «ЦЭКА», 2003. 38 с.

3. Методические указания по разработке проектов образования отходов и лимитов на их размещение (Приказ Минприроды России от 07.12.2020 г. № 1021).

Приказы, постановления

1. «Сведения об образовании, использовании, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления» (утв. Приказом Росстата от 09.10.2020 г. № 627 (с изменениями от 13.11.2020 г. № 598)).

2. Критерии отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (Приказ Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536)

3. Порядок разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (утв. Приказом Минприроды России от 07.12.2020 г. № 1021)

Каталог отходов

Федеральный классификационный каталог отходов (утв. Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242).

1.3 Основные направления и проблемы утилизации отходов в сельскохозяйственном производстве

Проблема отходов является острой экологической проблемой современности, так как, образуясь в огромных количествах, отходы при их размещении в окружающей среде являются источником ее загрязнения, ухудшают санитарно-эпидемиологические и эстетические качества природы. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование различных отходов в агроэкосистемах, т.е. возвращение их в материальный биогеохимический круговорот, что имеет важное экологическое, экономическое и энергосберегающее значение. В данном случае представляет интерес оценка возможности использования отходов различных производств в качестве удобрений при выращивании сельскохозяйственной продукции.

Необходимо подчеркнуть, что с принципиальных позиций в сельском хозяйстве применение могут иметь вещества как минеральной, так и

органической природы. Внесённые в почву органические вещества служат ценнейшим энергетическим и питательным материалом для почвенной биоты и растений. Это дает возможность полной переработки отходов с помощью микрофлоры почвы (так называемый процесс самоочищения почв) и позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур за счет поступления в составе органического вещества дополнительного количества элементов питания, т.е. обеспечить агрономический эффект.

В качестве органических удобрений возможно использовать удобрения на основе отходов или побочных продуктов животноводства и птицеводства. Вместе с тем, с переходом этих отраслей на промышленную основу появились новые формы удобрений (жидкие удобрения и их отдельные фракции, избыточный активный ил и т.д.) и резко увеличились дозы их внесения. В такой ситуации возникло множество проблем, связанных с негативным воздействием отходов на окружающую среду.

Целесообразность утилизации отходов производства в качестве удобрений в агроэкосистеме не вызывает сомнений (возвращение биогенных элементов в хозяйственный круговорот, ресурсосбережение за счет сокращения применения синтезированных минеральных удобрений, сокращение нагрузки на окружающую среду, возникающей при хранении отходов и т.д.). С другой стороны, бесконтрольное их применение для этих целей может привести к существенному загрязнению компонентов окружающей среды, ухудшению почвенных свойств и получению продукции растениеводства, не соответствующей нормативам безопасности. В связи с этим, использование отходов в качестве удобрений должно предваряться исследованиями, доказывающими их питательную ценность и безопасность для компонентов окружающей среды, и сопровождаться разработкой безопасной технологии их утилизации.

Перспективным направлением использования отходов является рекультивация ландшафтов, нарушенных при добыче полезных ископаемых, строительстве различных объектов, в том числе линейных объектов

(автомобильные и железные дороги, линии электропередач, трубопроводы). Пустую породу возможно применять с целью засыпки карьеров, котлованов, траншей, а технологический грунт, полученный с использованием отходов животноводства, например, на основе обезвоженного осадка очистных сооружений навозных стоков, – для восстановления верхнего плодородного слоя почв.

Утилизация органических отходов в сельском хозяйстве является целесообразной как с экологической, так и с агрономической точек зрения. Основное направление утилизации органосодержащих отходов в сельскохозяйственном производстве – использование в земледелии в качестве удобрительных материалов с разработкой нормативно-технологической документации на каждый вид удобрения.

Следует учитывать, что применение отходов может сопровождаться рядом серьезнейших негативных процессов. Так, при определенных условиях возможно загрязнение почв, растительной продукции и природных вод тяжелыми металлами и органическими поллютантами. Поступление питательных элементов (NPK) в природные водные объекты чревато их эвтрофикацией и, как следствие заболачиванием, что делает водные объекты непригодными для хозяйственного и рекреационного использования. Степень влияния отходов и продуктов на их основе будет зависеть как от химического состава, так и от регламента их применения (доз, способов, периодичности внесения и т.д.). Регулируя указанные характеристики, в ряде случаев можно свести уровень потенциального негативного воздействия на окружающую среду к минимуму.

Отдельно следует подчеркнуть, что при анализе воздействия отходов и продуктов на их основе невозможно ограничиться рассмотрением только почвы, поскольку нежелательные функциональные изменения в ней имеют ярко выраженный системный характер и в сопредельных средах при достижении порога устойчивости быстро передаются взаимосвязанным

компонентам (атмосфере, подземным и поверхностным водам, фитоценозу, человеку с продуктами питания).

1.4 Последствия избыточного поступления в почву биогенных элементов и тяжёлых металлов из отходов сельскохозяйственного производства

Утилизация органосодержащих сельскохозяйственных отходов, в том числе отходов животноводства, сопровождается поступлением в почву большого количества **азота**, что не вызывает негативных изменений в самой почве, однако может повысить экологическую нагрузку на экосистему за счет проникновения его различных форм в сопредельные среды. Так, при поступлении большого количества органического вещества в почву, как было отмечено выше, усиливаются микробиологические процессы, в том числе денитрификация, одним из продуктов которой является оксид азота (I) - N_2O . Содержание данного соединения зависит от дозы внесенных удобрений, близости водозабора к месту внесения и гранулометрического состава почвы.

Кроме этого, при внесении высоких доз органических веществ возможно избыточное нитратонакопление в растительной продукции, что может быть опасным для здоровья человека и животных. Поступление нитратов с пищей вызывает у человека метгемоглобинемию - превращение гемоглобина в метгемоглобин (окисленный гемоглобин), что может привести к кислородному голоданию (гипоксии). Под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и тканевых ферментов нитраты могут восстанавливаться до нитритов, вызывающих отравления, связанные с нарушением обмена веществ и биотоков головного мозга, понижением активности некоторых ферментов, что изменяет нормальный газообмен в тканях, сопровождается понижением работоспособности и другими функциональными изменениями организма человека. Особенно опасны нитриты, вступающие во взаимодействие с аминами и образующие нитрозамины, которые обладают высокой канцерогенностью.

Кроме повышенного содержания азота, в районах с применением высоких доз удобрений на основе органосодержащих отходов наблюдается интенсивная почвенная аккумуляция **подвижных форм фосфатов**, в результате которой концентрация последних достигает аномально высоких значений. Так, по данным ряда специалистов, содержание подвижных фосфатов в почвах, прилегающих к крупным свинокомплексам, на порядок и более выше, чем в аналогичных почвах, находящихся под влиянием традиционной системы земледелия.

Биогеохимический цикл фосфора значительно менее замкнут и менее обратим, а, следовательно, менее устойчив, чем циклы воды, углерода, азота, серы. Углерод, азот и сера при разложении органических отходов частично уходят в газообразной форме в атмосферу. Фосфор же остается в местах скопления органических отходов и полях орошения сточными водами.

Большинством исследований установлено, что при определенном накоплении фосфора в тканях растений отмечается резкое снижение прироста биомассы. Кроме того, при одностороннем обогащении почв тем или иным элементом может наблюдаться нарушение баланса элементов питания за счет антагонизма ионов, перевода дефицитных элементов в недоступное растениям состояние при воздействии элемента, находящегося в избытке, и другие процессы, негативно влияющие на рост и развитие растений. По мнению ряда исследователей при содержании 400-1000 мг подвижных фосфатов на 1 кг почвы может наступить депрессия растений, а при 4000 мг – их гибель.

Поступление избыточного количества элементов питания в водоемы вызывает их деградацию. Признаки эвтрофикации водоемов наблюдаются, если концентрация фосфора в воде превышает 15 частей на миллион, а азота – 0,3 части/млн. В процессе эвтрофирования вод происходит снижение видового разнообразия сообщества водных организмов. Чрезмерное развитие получают водоросли, особенно сине-зеленые. Исследования показали, что наибольший вклад в процесс эвтрофирования вносят фосфор и азот.

Избыточное поступление калия с органическими удобрениями на основе отходов вызывает не менее значимую напряженность в агроэкосистеме. В основном, она связана с ухудшением качества растениеводческой продукции, в частности, кормов. Избыточное поступление калия в почву приводит к нежелательным изменениям в минеральном составе растений: снижается содержание кальция, магния и натрия, отношение $K:Na$ становится более 5,0 (т.е. выше нормы). Это связано с тем, что одновалентный катион K^+ поглощается и аккумулируется клетками растений быстрее и в большей степени, чем Ca^{2+} и Mg^{2+} . В связи с этим содержание калия в растительной продукции нормируется: ПДК на содержание K_2O в кормах составляет 2,5-3,0 %. Низкое содержание магния в кормах приводит к заболеванию животных – гипомагниемии. Заболевание встречается и у человека, получающего мало магния с водой и пищей. У животных развивается возбудимость, судороги (тетания) в тяжелых случаях, животное погибает. Чаще всего эти последствия наблюдаются у крупного рогатого скота в летний период при кормлении травой, в которой содержится мало магния (травяная тетания). Гипомагниемия у человека проявляется в тошноте, рвоте, сонливости, слабости, мышечных спазмах и треморе. Тяжелые формы гипомагниемии сопровождаются припадками, особенно у детей, изменениями личности.

Таким образом, избыточное насыщение агроэкосистемы биогенными элементами, что часто отмечается в зоне утилизации (применения, использования) органосодержащих отходов промышленного животноводства, может привести к нарушению сложившегося равновесия и развитию ряда серьезных негативных процессов.

Избыточное накопление тяжелых металлов в почве, в конечном итоге, приводит к изменению ее химического состава, физико-химических и других свойств. Такие изменения могут происходить как в результате прямого влияния загрязнения, так и косвенного – вследствие изменения интенсивности и ёмкости биологического круговорота, изменения скорости и

направленности процессов микробиологической трансформации веществ. Последнее связано, в основном, с отрицательным действием высоких концентраций тяжелых металлов на ферментативную активность почвы: металлы способствуют разрушению связей в биологических соединениях, в результате чего происходит инактивация ферментных систем.

Поступление тяжёлых металлов в организм человека может привести к микроэлементам - специфическим заболеваниям, вызванным недостатком, избытком или нарушением соотношения микроэлементов в организме.

Транслокация тяжелых металлов в растения оказывает денатурирующее действие на метаболически важные белки. Белки теряют свои свойства вследствие изменения молекулярной структуры. Так как каталитическая и регуляторная роль белков для метаболической системы организмов является всеобъемлющей, нарушения могут захватывать самые различные звенья обмена веществ. Кроме этого, возможен перевод фосфора в недоступную для метаболизма форму труднорастворимых фосфатов тяжелых металлов, а также конкуренция тяжелых металлов с необходимыми элементами минерального питания, замена специфических переносчиков и передатчиков этих элементов в метаболической цепи, что может привести к их дефициту.

Тяжелые металлы поступают в почвы сельскохозяйственных территорий разными путями, в том числе – и с органическими удобрениями. Особенно это касается свиного навоза, навоза крупного-рогатого скота, помёта с крупных животноводческих комплексов стойлового и клеточного содержания животных, где в корм вносят микроэлементы. Так, например, в навозе и навозной жиже содержание токсикантов может составлять: кадмия – до 40 мг/кг, свинца – до 15 мг/кг воздушно-сухого вещества. Внесение навоза в количестве 50 т/га в почву может поступать 38 г/га свинца, 2,3 г/га кадмия. Таким образом, при длительном применении высоких доз органических удобрений возможно увеличение общего содержания тяжёлых металлов в почве.

Органические удобрения, активно изменяя агрохимические свойства почвы, влияют на подвижность тяжелых металлов, которая определяет потенциальную опасность загрязнения ими растительной продукции и грунтовых вод, в большинстве случаев снижая ее. Следовательно, органосодержащие отходы могут стать фактором детоксикации загрязненных тяжелыми металлами почв. В целом, накопление тяжелых металлов в почве вследствие применения органических удобрений зависит от ряда факторов: дозы, длительности применения, свойств почвы и т.п.

С целью недопущения загрязнения почв тяжёлыми металлами их содержание в навозе (или побочных продуктах животноводства) нормируется на уровне ПДК (ртуть – 2,1 мг/кг) или ОДК (свинец – 130 мг/кг, кадмий – 2,0 мг/кг, мышьяк – 10,0 мг/кг) согласно требованиям постановления Правительства Российской Федерации от 31.10.2022 г. № 1940 «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства».

Длительное применение органосодержащих отходов в качестве органических удобрений вносит определенные изменения в процесс почвообразования и состояния агроэкосистем. Причем, на фоне применения его повышенных и высоких доз данные изменения могут носить негативный характер. Предупреждение и приостановка неблагоприятных последствий утилизации отходов животноводства в агроэкосистеме возможно при строгом нормировании их внесения. Нормирование должно базироваться на результатах оценки воздействия применяемых органических отходов на окружающую среду и, прежде всего, на состояние почвенного покрова, а также учётов сроков внесения, выращиваемых сельскохозяйственных культур, степени окультуренности почв, периодичности внесения.

Внесение жидкого навоза, навозных стоков и их жидкой фракции необходимо в период потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах, то есть в период интенсивного роста растений. Эффективность весеннего внесения бесподстилочного навоза в 1,5 раза

выше, чем его внесения в зимний период. Внесение в зимний период сопряжено с высоким риском загрязнения окружающей среды, хотя при необходимости возможно при выполнении следующих условий:

- ✓ температура воздуха не ниже -10°C ;
- ✓ высота снежного покрова до 20 см;
- ✓ предварительная подготовка полей с исключением стока талых, загрязнённых навозом стоков в водоёмы и прилегающие территории (например, обваловка или перехватывающие канавы по периметру поля);
- ✓ наличие согласования с органами государственного ветеринарного, санитарного надзора и экологического контроля.

Допустимо вносить навоз осенью при осенней (зяблевой) вспашке под яровые культуры.

Применение или не применение органических удобрений на основе навозов и помётов возможно только с учётом спектра выращиваемых культур. Использование на одном поле бесподстилочного навоза, помёта и их жидких фракций допустимо под кормовые культуры, предназначенные на корм животным в свежем виде или в виде сена, сенажа, силоса, травяной муки и продуктов на их основе.

Жидкий навоз крупного рогатого скота и свиней с влажностью не более 94%, осадок из отстойников очистных сооружений, избыточный активный или биологических прудов вносятся под кормовые культуры путем запахивания в почву.

Наиболее эффективным способом использования бесподстилочного навоза является применение его под сидеральные культуры (сидераты или зелёные удобрения) – однолетние или многолетние травянистые растения, быстро формирующие вегетативную массу, которые целенаправленно высаживают на сельскохозяйственных полях для последующей заделки в почву в качестве органического удобрения. Данное применение расширяет сроки использования бесподстилочного навоза, увеличивает поступление в почву органического вещества и предотвращает загрязнение получаемой

продукции нитратами. Наиболее популярными сидератами являются горчица белая, редька масличная, рапс, рожь, овёс, гречиха, горох, люпин, клевер, люцерна, донник.

Подстилочный навоз, помёт, твёрдые фракции бесподстилочного навоза и различные компосты допустимо применять на наиболее удалённых от участков жилой застройки полях под озимые и пропашные культуры, а также на паровых полях – вспаханных, но не засеваемых в течении одного года.

Периодичность внесения навоза и продуктов на его основе на поля определяется по результатам агрохимических показателей почв и с учетом санитарно-гигиенических рекомендаций. К примеру, осадок прудов-отстойников и избыточный активный ил следует вносить на поля под вспашку один раз в четыре года.

Отходы растениеводства, помимо использования в качестве подстилки для животных на подстилочном содержании, возможно использовать в традиционном земледелии в качестве мульчи и (или) органического удобрения, запахиваемого в почву.

1.5 Комплексный подход к обращению с отходами

В соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» необходимо разрабатывать экологически безопасные технологии применения отходов и лимиты на их утилизацию. Официальные лица, планирующие развитие региона и принимающие решения, должны уметь всесторонне оценивать проблему, используя максимально полную информацию обо всех типах отходов, образующихся во всех хозяйственных отраслях. В ситуации, когда различные организации занимаются лишь отдельными видами отходов, не принимая во внимание другие, не удивительно, что расходуемые финансовые ресурсы не дают максимальной отдачи. С одной стороны, объемы образующихся отходов постоянно возрастают, с другой – их основная масса и по сей день

вывозится на плохо спроектированные и необустроенные полигоны и несанкционированные свалки, расположенные на экологически непригодных для этого территориях. Существуют различные системы их сбора, переработки, утилизации, обезвреживания и размещения. В реализации этих мероприятий принимают участие многие субъекты экономической деятельности и организации различных уровней. Непонимание всей сложности проблемы обращения с твердыми отходами часто ухудшает сложившуюся ситуацию в регионе. К ним относится внедрение современных высоко интегрированных технологий и систем управления обращения с отходами (рис. 1).

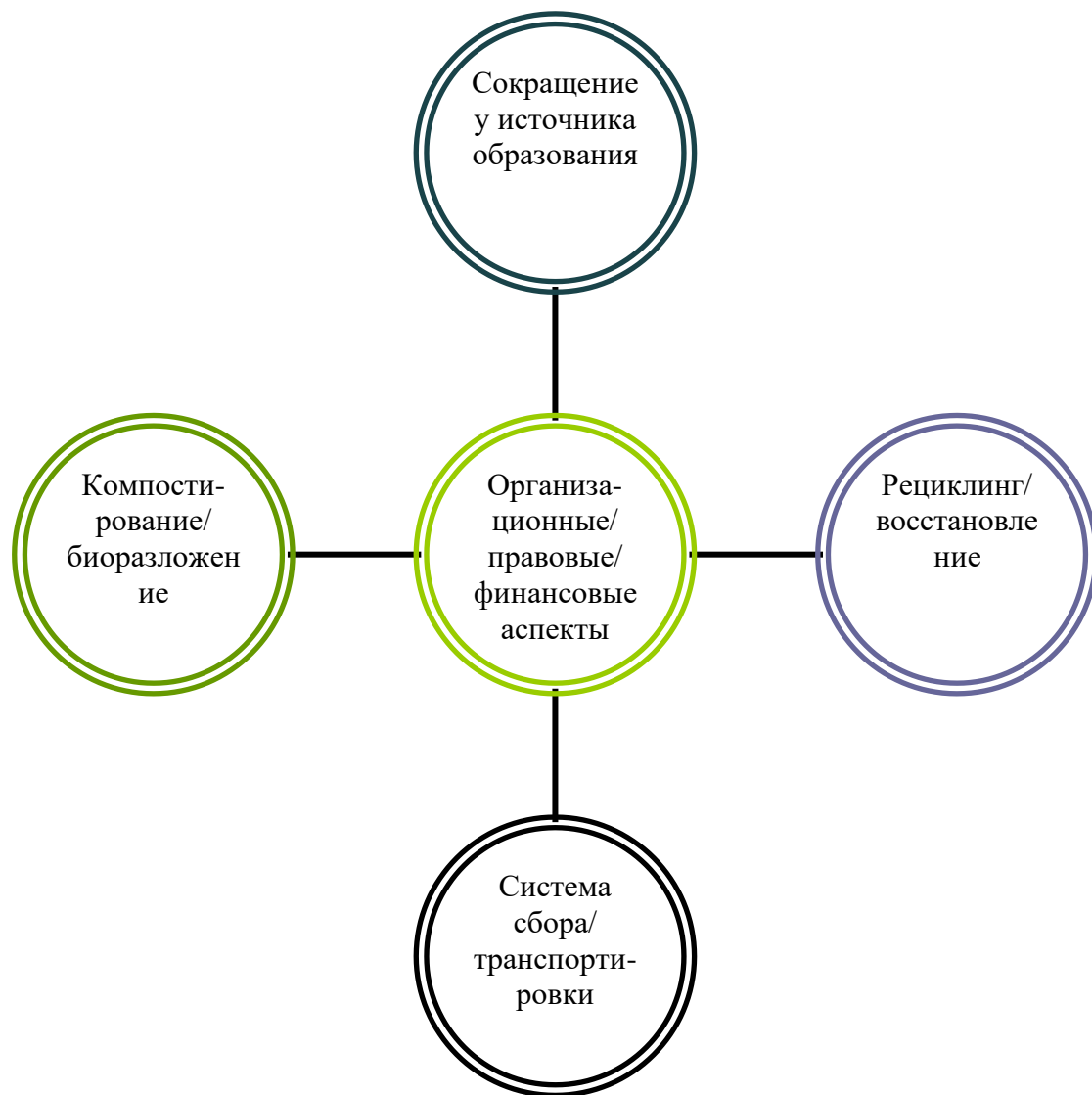


Рис. 1. Реализация целостного подхода к утилизации отходов

В планировании и принятии решений в области обращения с отходами может использоваться широкий спектр различных технических и управленческих инструментов. Сравнение вариантов осуществления мероприятий, требуемых затрат и оптимальное распределение финансовых вложений является наиболее трудным этапом в подготовке стратегии обращения с отходами. Одним из возможных подходов к ее решению может быть разработка стратегии финансирования природоохранных мероприятий и технических решений при обеспечении определенного уровня обслуживания предприятий и населения предприятиями-операторами. Такой подход обеспечивает основу для средне- и долгосрочного сбалансированного планирования необходимых затрат в соответствии с конкретными природоохранными целями и уровнем предоставления соответствующих услуг и с учетом как наличия, так и потребности в будущих финансовых инвестициях в развитие инфраструктуры коммунального хозяйства – водоснабжения, канализационного водоотведения и утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО).

Консультационной компанией COWI по заказу датского Агентства по охране окружающей среды был разработан специальный программный продукт «Модель ФИЗИБЛ» (аббревиатура FEASIBLE означает «финансирование экологических доступных в финансовом отношении и стратегических инвестиций, связанных с крупномасштабными затратами»), который позволяет создавать природоохранные финансовые стратегии развития секторов обращения с ТКО, а также секторов водоснабжения и водоотведения. Модель ФИЗИБЛ показывает, как потребность в финансовых ресурсах зависит от выбранных целей и уровня обслуживания, а также упрощает итеративный процесс, в результате которого потребность в финансировании приводится в соответствие с его реальными объемами. Будучи компьютерной моделью, ФИЗИБЛ позволяет выполнять системный и прозрачный анализ последствий изменения политических решений (рис. 2).

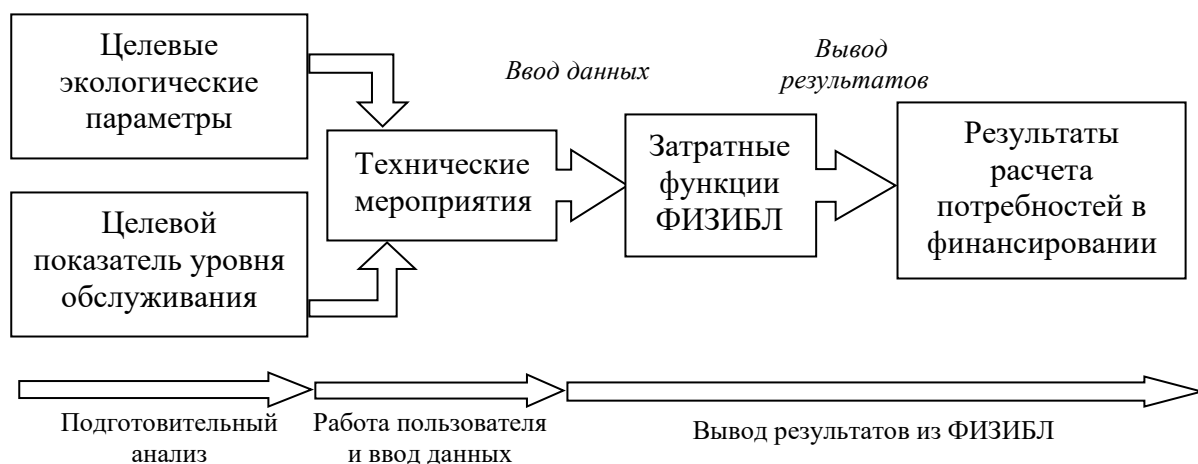


Рис. 2. Использование модели ФИЗИБЛ

Цели и задачи представляются в модели ФИЗИБЛ в виде технических мероприятий с конкретными показателями реализации. В качестве исходных данных вводятся фактические данные о предоставляемых услугах, размерах и состоянии инфраструктуры. Модель выполняет расчет затрат по инвестициям, техническому обслуживанию и эксплуатации, которые потребуются для достижения планируемого уровня обслуживания и целевых природоохранных показателей. На основе сравнительного анализа потребностей в финансировании и прогнозируемых объемов и источников финансовых средств и их поступления ФИЗИБЛ определяет движение денежных средств для каждого года моделируемого периода. В основу работы положено использование затратных функций при различных уровнях технического обслуживания и целевых природоохранных показателях. Модель использует функцию корректировки цен, которая позволяет приводить затратные функции в соответствие с местным уровнем цен, тем самым давая возможность уточнять оценку для конкретного региона.

В области, занимающейся утилизацией ТКО, модель позволяет произвести расчет движения отходов и потребности в финансировании на основании различных предположений о значениях таких исходных параметров, как объем образующихся отходов, задачи и цели, технические мероприятия, технические и ценовые поправочные коэффициенты.

Центральной функцией модели по отходам является описание и оптимальное направление потока отходов от источника через указанные системы сбора к указанным системам восстановления (размещения). В модели можно рассматривать 17 фракций отходов из источников шести типов. В ней установлено восемь различных систем сбора отходов и 15 технологий восстановления (размещения). С учетом того, что каждое сочетание системы сбора и технологии восстановления (переработки) образует уникальный вариант распределения потоков отходов, концепция построения модели движения отходов достаточно сложна.

Модель ФИЗИБЛ была применена компанией COWI при подготовке стратегий обращения с отходами для Новгородской, Ленинградской, Ярославской и Ростовской областей. Предоставление населению специальных контейнеров для раздельного сбора стекла, бумаги и пластика осуществлялось параллельно с проведением информационных кампаний и разъясняющих мероприятий. Опыт реализации пилотных проектов послужил основой для распространения системы сортировки отходов у источника их образования в масштабах всего города.

1.6 Технологии микробиологической конверсии отходов сельского хозяйства в кормовые добавки и комбикорма

Технология микробиологической биоконверсии отходов сельского хозяйства предназначена для переработки сырьевых компонентов, не используемых в традиционном кормопроизводстве, в высококачественные углеводно-белковые кормовые добавки и комбикорма. Суть технологии биоконверсии заключается в следующем: сырьевые компоненты (отходы) содержащие сложные полисахариды – пектиновые вещества, целлюлозу, гемицеллюлозу и др. подвергаются воздействию комплексных ферментных препаратов, содержащих пектиназу, гемицеллюлазу и целлюлазу. Ферменты представляют собой очищенный внеклеточный белок и способны к глубокой деструкции клеточных стенок и отдельных структурных полисахаридов, т.е.

осуществляется расщепление сложных полисахаридов на простые с последующим построением на их основе легкоусвояемого кормового белка. Другими словами, трудно усваиваемое сырье переходит в легко усваиваемую животными форму путем расщепления неусваиваемой молекулы белка на простые аминокислоты.

Помимо навоза и помёта (побочных продуктов животноводства), утилизироваться могут и растительные отходы:

- ✓ растительные компоненты сельскохозяйственных культур: стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, картофельная мезга, трава бобовых культур, отходы сенажа и силоса, отходы виноградной лозы, чайных плантаций, стебли табака;

- ✓ отходы после переработки зерна: отруби, отходы при очистке и сортировке зерновой массы (зерновые отходы), зерновая сорная примесь, травмированные зерна, щуплые и проросшие зерна, семена дикорастущих растений, некондиционное зерно;

- ✓ отходы плодоовощной и овощной продукции: кожица, семенные гнезда, дефектные плоды, вытерки и выжимки, отходы винограда, отходы кабачков, обрезанные концы плодов, жмых, дефектные кабачки, отходы зеленого горошка (ботва, створки, россыпь зерен, битые зерна, кусочки листьев, створки), отходы капусты, свеклы, моркови, картофеля, подсолнечная лузга;

- ✓ отходы производства сахарной и молочной продукции: свекловичный жом, меласса, рафинадная патока, свекловичный бой, хвостики свеклы, фильтрационный осадок.

Таким образом, любое растительное сырье и его производные доступны для микробиологической биоконверсии в углеводно-белковые корма и кормовые добавки. Наряду с переработкой кондиционных растительных и зерновых компонентов, технология позволяет восстановление и многократное увеличение прежних кормовых свойств

сырья, зараженного патогенной микрофлорой, испорченного насекомыми или частично разложившегося из-за неправильного хранения.

В процессе биоконверсии в некондиционных компонентах уничтожаются болезнетворная микрофлора, яйца гельминтов, возбудители тяжелых заболеваний (бруцеллез, туберкулез, холера, тиф и др.), а также и вредные паразитирующие простейшие (аскариды, солитеры и др.). При этом кормовая ценность некондиционного сырья после соответствующей обработки превышает кормовую ценность кондиционных аналогов в 1,4-1,8 раз. После завершения процесса биоконверсии получаемым конечным продуктом является кормовая добавка – углеводно-белковый концентрат (УБК), который приобретает кормовые свойства, в 1,8-2,4 раза превосходящие фуражное зерно хорошего качества, а также обладает рядом существенных и необходимых свойств, которыми не обладает традиционное зерновое сырье. Таким образом, получаемая кормовая добавка – УБК – отличается высокой питательностью (содержание протеина 22–26%), более легкой усвояемостью, биологической активностью, а также ферментной, витаминной и минеральной ценностью.

УБК используется как основной компонент при производстве комбикормов в соотношении 1:1, как добавку к грубым растительным кормам, при производстве простых кормовых смесей с измельченным фуражным зерном, отрубями, зерноотходами и пр., с нормой ввода до 25–65%. Средние затраты на производство 1 кг высококачественного корма по рассматриваемой технологии не превышают 1 руб., а по кормовой ценности превышают показатели фуражного зерна в 1,8-2,4 раза. Биоконкомплекс соответствует принятым стандартам по питательности и содержанию необходимого набора витаминов и микроэлементов, ветеринарно безопасен, сертифицирован и является экологически безопасным. В зависимости от вида исходного сырья и требований к готовой продукции, весь процесс микробиологической обработки может проходить от одного до трех этапов, а длительность полного цикла производства может находиться в пределах от

4 до 6 суток. С увеличением длительности процесса снижаются финансовые затраты на переработку сырья и повышаются зоотехнические показатели конечной продукции. Технология не сопровождается сбросом сточных вод и выбросами в атмосферу.

Ключевым элементом технологической цепи является биореактор, в котором и осуществляется процесс микробиологической биоконверсии отходов в корма. Реакторы являются универсальными и позволяют работать с любым сырьем и получать различные кормовые добавки. Технология предусматривает круглогодичный режим работы предприятия, низкие требования к квалификации большинства рабочих, малые энергетические затраты. Технологическая схема производственного комплекса по микробиологической переработке растительных отходов в корма приведена на рисунке 3.

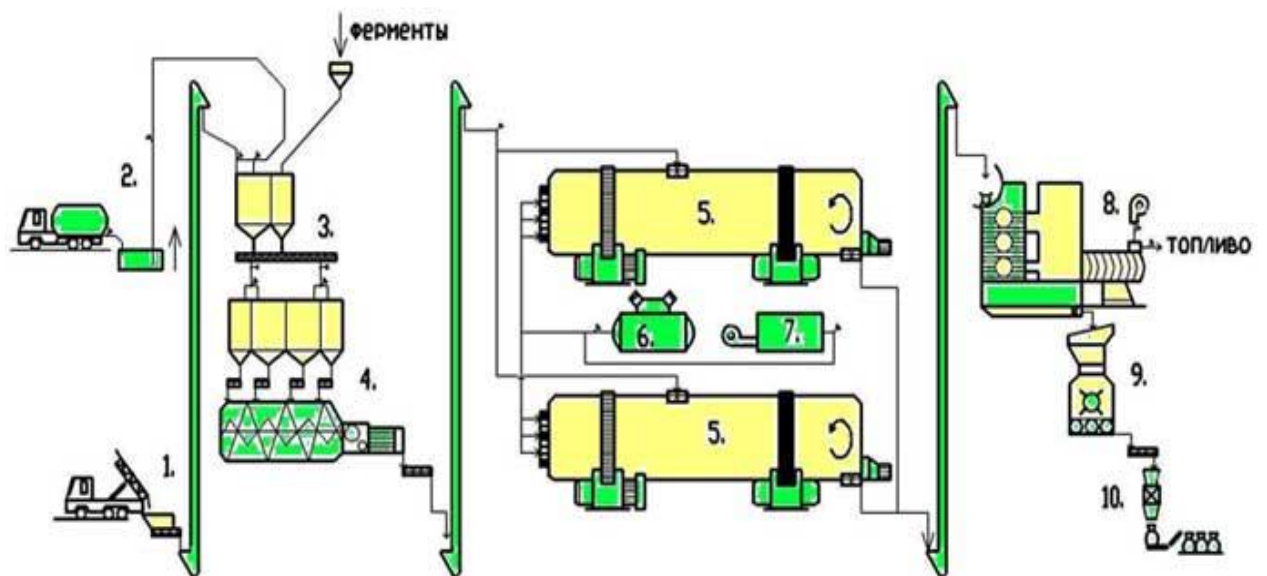


Рис. 3. Технологическая схема микробиологической переработки растительных отходов в корма: 1 – прием сыпучего и влажного сырья; 2 – прием жидкого сырья; 3 – бункеры-дозаторы; 4 – смеситель; 5 – биореактор; 6 – компрессор; 7 – парогенератор; 8 – сушилка; 9 – измельчитель; 10 – отгрузка в мешки.

Влажная (55%) смесь различных отходов загружаются в биореактор. С момента загрузки сырья, процесс микробиологической биоконверсии в биореакторе протекает в течении 4-6 дней (в зависимости от желаемых зоотехнических параметров конечной продукции). В результате получается влажная кормовая добавка – углеводно-белковый концентрат. Его сушат до влажности 8–10 % и измельчают. После измельчения концентрат можно использовать для производства комбикормов, где в качестве основного компонента используется УБК (65–25% в зависимости от рецепта и целевого назначения комбикорма).

Полученные биокорма по технологии «Биокомплекс» на основе кормовой добавки УБК обладают совершенно уникальными качественными показателями и, прежде всего, высокой биологической активностью, а его переваривание характеризуется более сжатым по времени процессом пищеварения и высоким уровнем биологических процессов. Таким образом, продуктивность кормления и эффективность выращивания животных, птиц и рыбы при использовании комбикорма на основе УБК на 15-20% выше, чем при скармливании аналогичных комбикормов, приготовленных по традиционной технологии. Кроме того, комбикорм обладает лечебно-профилактическим и стимулирующим эффектом для иммунной, кроветворной систем и кишечного тракта, а также способствует удалению вредных веществ из организма (солей тяжелых металлов, радионуклидов и т.д.). В отличие от классической технологии высокотемпературного гранулирования, комбикорм, произведенный по технологии «Биокомплекс», проходит низкотемпературное гранулирование без использования пара, что исключает деструкцию белка и обеспечивает сохранность витаминов в корме даже при длительном хранении. Комбикорм скармливается по традиционным зоотехническим нормам и правилам, абсолютно безопасен в использовании, не вызывает аллергических симптомов и других побочных явлений или противопоказаний.

Контрольные вопросы и задания к главе 1

1. Что понимают под отходами?
2. Какие классификации отходов вам известны?
3. Какие способы обращения с отходами существуют?
4. Какие негативные процессы сопровождают хранение коммунальных отходов и отходов сельскохозяйственного производства?
5. Что представляет биологический метод переработки отходов?
6. С какими негативными последствиями связано применение компостов и осадков сточных вод в качестве органического удобрения?
7. Назовите преимущество способов биологической переработки отходов на примере компостирования.
8. Назовите последствия избыточного поступления в агроэкосистему азота, фосфора, калия.
9. Что понимается под аккумуляцией токсикантов, в частности, тяжелых металлов, в агроэкосистеме?
10. Назовите современные, высокоинтегрированные технологии и системы обращения с отходами и приведите схему их функционирования.
11. Назовите модель природоохранной стратегии развития секторов обращения с ТКО, а также секторов водоснабжения и водоотведения.
12. Расшифруйте модель ФИЗИБЛ, которая позволяет выполнять системный и прозрачный анализ последствий изменения политических решений.
13. Что позволяет учесть модель ФИЗИБЛ в финансовых ресурсах?
14. Какие технологии микробиологической конверсии отходов предназначены для переработки сырьевых компонентов?
15. В чем состоит суть технологии биоконверсии сельскохозяйственных отходов?
16. Назовите исходные сырьевые компоненты, которые подвергаются переработке в качестве отходов производства.

17. Как трудноусвояемые сырьё переходит в легкоусвояемую форму для животных?

18. Что является ключевым элементом технологической цепи микробиологической биоконверсии?

19. Дайте краткую технологическая схему производственного комплекса по микробиологической переработке растительных отходов.

Глава 2. Технологии обращения с радиоактивными отходами в сфере АПК

Принятые сокращения:

РАО – радиоактивные отходы

СПО – специализированные организации по хранению и переработке РАО

УВ – уровень вмешательства

НРБ-99 – нормы радиационной безопасности, принятые в 1999 году

ОСПОРБ-99 – основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности, принятые в 1999 году

МЗУА – минимально значимая удельная активность

СПОРО-2002 – санитарные правила обращения с радиоактивными отходами, принятые в 2002 году

ТУК – транспортные упаковочные комплекты

ИИИ – источники ионизирующего излучения

Вы будете изучать:

- ✓ источники радиоактивных отходов в сфере АПК;
- ✓ общие требования к технологиям обращения с РАО;
- ✓ основные нормативные документы, регламентирующие правила и технологии обращения с РАО;
- ✓ технологические приёмы и меры безопасности при кондиционировании РАО;

- ✓ классификацию радиоактивных отходов и технологии обращения с ними в зависимости от классификационной принадлежности;
- ✓ безопасные условия захоронения РАО и последующей консервации могильников.

2.1 Проблема радиоактивных отходов в сфере АПК. Нормативные документы и общие положения. Классификация РАО

Радиоактивные отходы в больших объёмах могут образовываться в результате дезактивации различных объектов, находящихся на сельских территориях после крупных радиационных аварий типа Чернобыльской или Южно-Уральской (Кыштымской). В категорию РАО попадают кровли сельских зданий, поверхностный слой почвы, растительность и т.п. Кроме данного случая, радиоактивные отходы образуются в результате деятельности научных лабораторий и учебных заведений, использующих в своей деятельности радиоактивные изотопы в качестве индикаторов (метод меченых атомов) или в других исследовательских целях, а также приборы, оснащённые источниками ионизирующих излучений (влагомеры, плотномеры, некоторые виды радиометрических и дозиметрических приборов).

Технологии обращения с радиоактивными отходами должны соответствовать существующим нормативным документам и быть направлены на минимизацию риска облучения населения и обслуживающего персонала в процессе ликвидации радионуклидных загрязнений, переработки, транспортировки и захоронения РАО. Классификация радиоактивных отходов предусматривает их разделение на группы в зависимости от: 1) физического состояния (твёрдые, жидкие, газообразные); 2) по изотопному составу и типу излучения; 3) по уровню удельной активности и некоторых других признаков (биологического происхождения, взрыво- и огнеопасные и т.д.).

Конкретные технологии обращения с РАО разработаны и реализуются в соответствии с основными положениями следующих документов:

1. Федеральный закон от 21.11.1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» (последняя редакция).

2. Федеральный закон от 11.07.2011 г. № 190-ФЗ (ред. от 21.12.2021 г.) «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. Постановление Правительства РФ от 19.10.2012 г. № 1069 (ред. от 29.10.2022 г.) «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».

4. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).

5. СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010).

6. НП-067-05 Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации.

Основными документами являются Федеральный закон от 11.07.2011 г. № 190-ФЗ (ред. от 21.12.2021 г.) «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) и Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010).

Федеральный закон «Об обращении с радиоактивными отходами...» и своды правил (НРБ-99 и ОСПОРБ 99/2010) содержат классификацию радиоактивных отходов, основные принципы функционирования и состав единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами, критерии радиационной безопасности при обращении с РАО и веществами, основные требования, обеспечивающие безопасность персонала и населения на всех стадиях обращения с РАО: при сборе, хранении, транспортировании,

переработке и захоронении РАО как на предприятиях атомной энергетики, так и в других организациях, где образуются РАО.

Ответственной за выполнение настоящих Правил является администрация организаций, в которых образуются, перерабатываются, транспортируются и захораниваются РАО. Организации, в которых образуются РАО, являются ответственными за безопасное обращение с ними до момента передачи в другую организацию.

В проектной документации организации, при работе которой могут образовываться РАО, в разделе по обращению с радиоактивными отходами приводится характеристика образования РАО: их годовое количество (масса), активность, радионуклидный состав, агрегатное состояние, а также указаны меры по предупреждению и ликвидации аварийного образования РАО.

Проектом предусматриваются отдельные системы обращения с РАО разных видов (низко-, средне- и высокоактивными) и нерадиоактивными отходами.

Каждый вид отходов должен иметь систему обращения: методы сбора, временного хранения с указанием сроков, упаковки, транспортировки, кондиционирования (при необходимости), длительного хранения и/или захоронения. Кроме того, должны предусматриваться необходимые помещения и оборудование для обращения с РАО, определяться объем, периодичность и методы радиационного контроля.

В действующих организациях, в проектах которых такой раздел отсутствует или не содержит всех необходимых сведений, он должен быть разработан в сроки, согласованные с территориальным центром госсанэпидслужбы. В проекте должно быть предусмотрено, что облучение лиц, занятых обращением с РАО, не должно превышать дозовых пределов, установленных для персонала. Облучение населения при всех видах обращения с РАО не должно превышать 0,1 мЗв/год. Облучение критической группы населения за счет захоронения РАО не должно превышать 0,01 мЗв/год.

С целью ограничения облучения населения отдельными техногенными источниками излучений федеральным органом госсанэпиднадзора для них устанавливаются квоты (доли) предела годовой дозы, но так, чтобы сумма квот не превышала пределов доз в 1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год.

Радиоактивные отходы образуются при эксплуатации и выводе из эксплуатации объектов ядерного топливного цикла, атомных электростанций, судов с ядерными энергетическими установками и иными радиационными источниками; при использовании радиоактивных веществ в производственных, научных организациях и медицине; при реабилитации территорий, загрязненных радиоактивными веществами, а также при радиационных авариях.

Радиоактивные отходы по агрегатному состоянию подразделяются на жидкие, твердые и газообразные.

К жидким РАО относятся не подлежащие дальнейшему использованию любые радиоактивные жидкости, растворы органических и неорганических веществ, пульпы и др. Жидкие отходы считаются радиоактивными, если в них удельная активность радионуклидов более чем в 10 раз превышает значения уровней вмешательства (УВ), приведенные в приложении П-2 к НРБ-99.

К твердым РАО относятся отработавшие свой ресурс радионуклидные источники, не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование, биологические объекты, загрязненные объекты внешней среды, отвержденные жидкие отходы, в которых удельная активность радионуклидов превышает значения минимально значимой удельной активности (МЗУА), приведенной в приложении П-4 НРБ-99.

При известном радионуклидном составе в отходах они считаются радиоактивными, если сумма отношений удельной активности радионуклидов к их минимально значимой активности превышает 1.

При неизвестном радионуклидном составе твердые отходы считаются радиоактивными, если их удельная активность больше:

100 кБк/кг - для бета-излучающих радионуклидов;

10 кБк/кг - для источников альфа-излучающих радионуклидов;

1 кБк/кг - для трансурановых радионуклидов.

Гамма-излучающие отходы неизвестного состава считаются радиоактивными, если мощность поглощенной дозы у их поверхности (0,1 м) превышает 0,001 мГр/ч над фоном при соблюдении условий измерения в соответствии с утвержденными методиками.

Жидкие и твердые РАО подразделяются по удельной активности на три категории (табл. 1). В случае, когда по приведенным характеристикам радионуклидов таблицы 1 отходы относятся к разным категориям, для них устанавливается наиболее высокое значение категории отходов.

Таблица 1

Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов по удельной радиоактивности

Категория отходов	Удельная активность, кБк/кг		
	бета - излучающие радионуклиды	альфа - излучающие радионуклиды (исключая трансурановые)	трансурановые радионуклиды
Низкоактивные	менее 1Е3	менее 1Е2	менее 1Е1
Среднеактивные	от 1Е3 до 1Е7	от 1Е2 до 1Е6	от 1Е1 до 1Е5
Высокоактивные	более 1Е7	более 1Е6	более 1Е5

К радиоактивным отходам также относятся медицинские отходы класса «Д» - приборы и установки, содержащие радиоактивные компоненты, использующиеся в кабинетах рентгенологической диагностики и лучевой терапии. Любые действия с веществами этого класса проводят только специализированные организации с лицензией в соответствии с нормами законодательства Российской Федерации.

2.2 Технологии обращения, требования к сбору, хранению и удалению радиоактивных отходов из организации

Технологии утилизации радиоактивных отходов предусматривают последовательное прохождение различных стадий: сбор и сортировка РАО на отходы, различающиеся по агрегатному составу, изотопному составу, уровню активности; кондиционирование РАО, направленное на уменьшение их объёма и перевода в форму, удобную для транспортировки, хранения и захоронения; хранение РАО; транспортирование РАО к пунктам захоронения; захоронение РАО.

Основные стадии обращения с РАО:

Сбор и сортировка РАО осуществляется в местах их образования и/или переработки с учетом радиационных, физических и химических характеристик в соответствии с системой классификации отходов и с учетом методов последующего обращения с ними.

Первичная сортировка отходов включает их разделение на радиоактивные и нерадиоактивные составляющие.

Сортировка первичных жидких и твердых РАО направлена на разделение отходов по различным категориям и группам для переработки по принятым технологиям и для подготовки к последующему хранению и захоронению.

Кондиционирование РАО осуществляется для повышения безопасности обращения с ними за счет уменьшения их объема и перевода в форму, удобную для транспортировки, хранения и захоронения.

Хранение РАО осуществляется отдельно для отходов разных категорий и групп в сооружении, обеспечивающем безопасную изоляцию отходов в течение всего срока хранения и возможность последующего их извлечения.

Транспортирование РАО предусматривает их безопасное перемещение между местами их образования, переработки, хранения и захоронения с использованием специальных грузоподъемных и транспортных средств.

Захоронение РАО направлено на их безопасную изоляцию от человека и окружающей его среды.

Сбор РАО в организации должен производиться в местах их образования отдельно от обычных отходов с учетом:

- категории отходов;
- агрегатного состояния (твердые, жидкие);
- физических и химических характеристик;
- природы (органические, неорганические);
- периода полураспада радионуклидов, находящихся в отходах (с периодом полураспада, составляющим часы, дни, месяцы, годы, десятилетия и больший период);
- взрыво- и огнеопасности;
- принятых методов переработки отходов.

РАО должны в организации по возможности переводиться в физически, химически и биологически инертное состояние.

Не допускается смешивание радиоактивных и нерадиоактивных отходов и РАО разных категорий с целью снижения их удельной активности.

Для сбора РАО в организации должны быть специальные сборники – контейнеры. Для первичного сбора твердых РАО могут использоваться пластиковые или бумажные мешки, которые затем загружаются в сборники – контейнеры. Мешки из полимерной пленки должны быть механически прочными, максимально устойчивыми к воздействию низких температур и иметь шнур для плотного затягивания верха мешка после его заполнения. При размещении отходов в мешках во всех случаях следует принять меры, предотвращающие возможность их механических повреждений острыми, колющими и режущими предметами. Заполнение сборников-контейнеров РАО должно производиться под радиационным контролем в условиях, исключающих возможность их рассыпания и разлива.

Жидкие РАО должны собираться в специальные емкости. В организации, где образуются жидкие РАО, рекомендуется переводить их в

твердое состояние. При малых количествах жидких РАО (менее 200 л/сутки) они должны направляться на хранение или переработку в специализированные организации (СПО). В организациях, где возможно образование значительного количества жидких РАО (более 200 л/сутки), проектом должна быть предусмотрена система спецканализации. В спецканализацию не должны попадать нерадиоактивные стоки.

Временное хранение контейнеров с РАО, содержащими эманулирующие радиоактивные вещества (радий, торий и др.) производится в вытяжных шкафах или укрытиях, оборудованных системой вытяжной вентиляции со скоростью движения воздуха в рабочих проемах вытяжных шкафов не менее 1,5 м/с.

Для транспортирования РАО с мест их временного хранения в СПО должны использоваться специальные транспортные контейнеры. Конструкция контейнеров для низкоактивных отходов должна позволять ручную загрузку и выгрузку упаковок РАО.

Радиоактивные отходы, направляемые на захоронение, должны отвечать требованиям, предъявляемым к кондиционированным отходам и упаковке, регламентированным специальными нормативными документами.

Требования предъявляются:

- ✓ к радиационным параметрам отходов;
- ✓ к агрегатному состоянию отходов;
- ✓ к форме и физико-химическим свойствам отходов: содержанию свободной влаги, выщелачиваемости, стабильности, газовыделению, горючести, содержанию ядовитых и взрывоопасных веществ, механическим свойствам и др.;
- ✓ массогабаритным параметрам упаковки;
- ✓ радиационным параметрам упаковки, включая уровень нефиксированного поверхностного загрязнения и др.

Твердые, жидкие РАО, а также отработавшие установленный срок радионуклидные источники излучения принимаются от организаций для

транспортирования в СПО в сертифицированных транспортных контейнерах или упаковках.

Приему на хранение и захоронение не подлежат твердые и жидкие РАО, содержащие следующие опасные материалы:

- ✓ взрывчатые и самовоспламеняющиеся материалы;
- ✓ химические вещества с токсическими характеристиками, соответствующими I классу (чрезвычайно опасные) и II классу (высокоопасные);
- ✓ материалы, реагирующие с водой с выделением тепла и образованием горючих газов;
- ✓ материалы, способные выделять газы, пары, возгоны;
- ✓ патогенные и инфекционные материалы.

Такие РАО перед отправкой в СПО должны быть переведены в неопасное состояние в месте их образования. Порядок и способы обезвреживания РАО в каждом отдельном случае должны быть согласованы с органами государственной санитарно-эпидемиологической службы. В акте на сдачу РАО должно быть указано на отсутствие особо опасных материалов либо приложен акт об их переводе в неопасное состояние.

Транспортирование РАО вне организации на переработку, хранение и захоронение производится в транспортных контейнерах (транспортных упаковочных комплектах – ТУК) на специально оборудованных транспортных средствах: автомобильным, железнодорожным, воздушным транспортом, судами речного и морского флота.

Конструкции транспортных упаковочных комплектов и транспортных средств должны иметь санитарно-эпидемиологические заключения на соответствие санитарным правилам.

Транспортный упаковочный комплект, предназначенный для перевозки РАО, должен обладать необходимой механической прочностью, термостойкостью, герметичностью и радиационной защитой.

Наружные и внутренние поверхности транспортных контейнеров для перевозки РАО не должны иметь радиоактивную загрязненность выше уровней, приведенных в табл. 3.5.1 ОСПОРБ-99.

Транспортирование РАО осуществляется в соответствии с действующими правилами безопасности при транспортировании радиоактивных веществ организацией, имеющей лицензию Ростехнадзора в области обращения с радиоактивными отходами и допуск ФСБ на режимные объекты.

Выбор площадки, для размещения, проектирования, строительства, эксплуатации и вывод из эксплуатации хранилищ жидких, твердых и отвержденных РАО должны осуществляться в соответствии с действующими нормами, правилами в области радиационной безопасности и охраны окружающей природной среды.

При проектировании хранилищ РАО необходимо предусмотреть:

- ✓ технические решения и организационные меры, исключая несанкционированный доступ к РАО;
- ✓ герметичность конструкции в отношении атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод;
- ✓ внутренний дренаж конденсата или аварийных протечек;
- ✓ раздельное размещение отходов по категориям активности и видам отходов (горючие, негорючие); для горючих отходов должны быть выделены отдельные отсеки (помещения), выполненные в соответствии с требованиями, определяемыми их категорией по пожароопасности (обеспеченность системой пожаротушения, отдельной принудительной вентиляцией с очисткой вентиляционного воздуха и др.);
- ✓ организованное адресное складирование упаковок с отходами;
- ✓ поддержание оптимальных условий хранения, исключая преждевременное разрушение упаковок и ухудшение физических, химических и других параметров отходов;

- ✓ возможность извлечения отходов (без превышения нормативов дозовых нагрузок для персонала) и транспортирования их за пределы сооружения;

- ✓ радиационный контроль объекта;

- ✓ возможность демонтажа строительных конструкций при выводе из эксплуатации хранилища.

Для строительства СПО следует выбирать участки:

- ✓ расположенные на малонаселенных незатопляемых территориях;

- ✓ имеющие устойчивый ветровой режим;

- ✓ ограничивающие возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта благодаря своим топографическим, геологическим и гидрогеологическим условиям.

Места размещения СПО должны быть оценены с точки зрения воздействия на безопасность проектируемого объекта метеорологических, гидрологических и сейсмических факторов при нормальной эксплуатации и в аварийных условиях.

Размеры участка должны обеспечить размещение на нем всех необходимых сооружений, предназначенных для переработки и долговременного хранения жидких, твердых, биологических РАО и отработавших источников ионизирующего излучения, иметь резервную площадь для перспективного строительства.

2.3 Требования к переработке, кондиционированию, хранению и захоронению радиоактивных отходов

Кондиционирование радиоактивных отходов - операции по изготовлению упаковок отходов, пригодных для безопасного хранения, и (или) транспортирования, и (или) захоронения. Кондиционирование может включать перевод РАО в стабильную форму, помещение РАО в контейнеры. Основной целью кондиционирования является снижение общего объема отходов с одновременным уменьшением возможности распространения

радионуклидов при переработке, хранении, транспортировании и захоронении.

Кондиционирование жидких и твердых РАО является одной из операций по изготовлению упаковки отходов, конечной целью которых является перевод РАО в форму, пригодную для транспортирования, хранения и захоронения. Переработка газообразных РАО включает операции по очистке воздуха от радиоактивных аэрозолей и газов до уровней, установленных нормативными документами.

В проектах должны использоваться технологии и оборудование, апробированные в лабораторном и опытно-промышленном масштабах, имеющие соответствующие санитарно - эпидемиологические заключения и сертификаты со стороны государственных органов регулирования безопасности при использовании атомной энергии и другие документы, выданные в установленном порядке.

Долговечность (срок службы) контейнера при хранении в наземных сооружениях определяется продолжительностью хранения до окончательного захоронения РАО в геологические формации и составляет не менее 50 лет.

Радиоактивные отходы, направляемые на захоронение, должны иметь паспорт отхода, в котором указываются показатели, характеризующие радиационную опасность РАО:

- ✓ категория отходов (долгоживущие, короткоживущие отходы, группа по уровню активности);
- ✓ радионуклидный состав отходов;
- ✓ удельная активность отходов и суммарная активность содержимого упаковки;
- ✓ мощность дозы гамма - излучения в воздухе на расстоянии 0,1 м и 1 м от наружной поверхности упаковки;
- ✓ уровень нефиксированного поверхностного загрязнения упаковки (на дату вывоза на захоронение).

Перед отправкой на захоронение производится контроль упаковок с РАО на соответствие паспортным данным по мощности дозы и величине нефиксированного загрязнения.

Снимаемое (нефиксированное) загрязнение наружной поверхности упаковок с РАО, принимаемых на захоронение, не должно превышать 20 част/(мин. см²) для α-нуклидов и 200 част/(мин. см²) для β-нуклидов. Перед отправкой на захоронение должен проводиться радиометрический контроль каждой упаковки и, при необходимости, дезактивация наружной поверхности.

Выбор способа захоронения РАО. Твёрдые и отверждённые радиоактивные отходы после кондиционирования должны быть помещены в хранилища долговременного хранения и/или захоронены в приповерхностные. Выбор способа захоронения или долговременного хранения и конструкций сооружений должен осуществляться в зависимости от физико-химических и радиационных характеристик отходов, определяющих их радиотоксичность и срок потенциальной опасности.

Долговременное хранение и захоронение кондиционированных среднеактивных отходов, содержащих радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет (включая ¹³⁷Cs), и всех низкоактивных может осуществляться в сооружениях приповерхностного типа.

Долговременное хранение и захоронение кондиционированных средне- и высокоактивных отходов с преимущественным содержанием радионуклидов с периодом полураспада более 30 лет должно осуществляться в подземных сооружениях, глубина которых определяется комплексом природных и экономических условий, обеспечивающих необходимый уровень радиационной безопасности.

Место, способ и условия захоронения РАО различных категорий должны быть обоснованы в проекте могильника и согласованы органами государственного санитарного надзора. Не допускается захоронение РАО в могильниках, предназначенных для захоронения РАО других категорий.

Обоснование безопасности захоронения РАО. При проектировании площадки захоронения обоснование безопасности для персонала и населения в эксплуатационный период осуществляется расчетами физической защиты, оценкой допустимой мощности выбросов и сбросов и другими расчетами; регламентацией продолжительности, порядка и условий проведения технологических операций; применением организационно-технических и других мероприятий в соответствии с требованиями нормативных документов и оценкой воздействия на среду обитания человека.

Безопасность захоронения РАО для населения в постэксплуатационный период (после консервации могильника) должна быть доказана на основе расчетного прогноза состояния системы захоронения и объектов окружающей среды в течение всего срока сохранения отходами потенциальной опасности с использованием методов математического моделирования.

Используемые методы и расчетные программы, рассматриваемые сценарии нормальных и аварийных ситуаций по обеспечению радиационной безопасности захоронения РАО регламентируются требованиями нормативных документов.

Радиационная защита, создаваемая системой инженерных и естественного барьеров СПО, должна обеспечивать такое качество изоляции отходов, при котором прогнозируемый уровень радиационного воздействия на население от захороненных РАО не будет превышать годовых индивидуальных эффективных доз облучения – 0,01 мЗв.

Приповерхностные и подземные могильники по окончании загрузки должны быть законсервированы, а все прочие здания и сооружения площадки захоронения, за исключением системы радиационного контроля, подлежат выводу из эксплуатации.

Система консервации могильника должна быть предусмотрена при его проектировании.

Не позднее чем за пять лет до консервации могильника проектной организацией должна быть проведена инспекция проекта консервации с целью выявления возможностей реализации принятых решений или необходимости корректировки этих решений.

Технические решения по консервации могильника должны обеспечить безопасность захоронения, исключив возможность несанкционированного проникновения к РАО.

Объекты размещения отходов вносятся в государственный реестр объектов размещения отходов. Ведение государственного реестра объектов размещения отходов осуществляется в установленном порядке.

В аварийных ситуациях с РАО (взрыв, пожар, транспортная авария, кража) может возникнуть угроза значительного облучения окружающих лиц. В этих условиях в возможно короткий срок на место аварии должны быть вызваны специалисты по радиационному контролю. По прибытии на место и установлении наличия опасности облучения или радиоактивного загрязнения окружающих лиц необходимо:

- ✓ определить радиационную обстановку, установить границы радиационно-опасной зоны и оградить ее предупредительными знаками, а также определить уровни загрязненности радиоактивными веществами помещений, участков, транспортных средств и т.п.;

- ✓ выявить людей, подвергшихся переоблучению или радиоактивному загрязнению; лиц, облученных в дозе свыше 200 мЗв, направить на медицинское обследование; лиц, подвергшихся радиоактивному загрязнению, отправить на санобработку, а их одежду, обувь и личные вещи – на дезактивацию или захоронение;

- ✓ составить план ликвидации радиационной аварии, в котором (в зависимости от масштаба аварии) должны быть предусмотрены следующие основные мероприятия:

- формирование бригад для ликвидации радиационной аварии и их инструктаж;

- обеспечение радиационного контроля.

В каждой организации, занимающейся обращением с РАО, должна быть составлена инструкция по предупреждению и ликвидации аварий (пожара), утверждаемая администрацией, с которой должны быть ознакомлены все лица, работающие с РАО.

При проведении работ по ликвидации очага аварийного загрязнения в случаях, когда обычная обработка не дает должного эффекта, необходимо использовать специальные способы дезактивации: снятие растворителями покрытий и механическое удаление загрязненного слоя материала и другие. Дезактивация загрязненных объектов производится под радиационным контролем.

Все лица, работающие с РАО, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в зависимости от вида и класса работ в соответствии с ОСПОРБ-99.

Персонал, производящий уборку помещений, территории размещения емкостей для захоронения РАО, дезактивацию спецтранспорта и оборудования, должен быть снабжен пластиковыми фартуками и нарукавниками или пластиковыми полухалатами, резиновой или пластиковой спецобувью или резиновыми сапогами.

При работах в условиях возможного загрязнения воздуха радиоактивными веществами (ликвидация аварий, ремонтные работы и т.п.) персонал необходимо обеспечить специальными фильтрующими или изолирующими средствами защиты органов дыхания (пневмокостюмы, пневмошлемы, кислородные изолирующие приборы).

Радиоактивное загрязнение спецодежды, индивидуальных средств защиты и кожных покровов персонала не должно превышать допустимых уровней, приведенных в табл. 8.9 НРБ-99. После санобработки кожные покровы не должны иметь радиоактивное загрязнение выше 0,1 от допустимых уровней.

Спецодежда и индивидуальные средства защиты должны подвергаться систематическому дозиметрическому контролю.

Смена спецодежды должна производиться не реже одного раза в рабочую неделю. Загрязненные выше допустимого уровня спецодежда и защитные средства подлежат немедленной замене.

Контрольные вопросы и задания к главе 2

1. Назовите основные источники РАО в сфере АПК.
2. Перечислите основные нормативные документы, регламентирующие обращение с РАО.
3. Сформулируйте понятие «уровень вмешательства» и его использование при классификации РАО.
4. Раскройте понятие МЗУА и его использование при классификации РАО.
5. Назовите признаки, по которым классифицируются РАО.
6. Перечислите основные группы РАО.
7. Перечислите уровни активностей при разделении РАО на низко-, средне- и высокоактивные.
8. В каких случаях используются показатели удельной активности при разделении РАО на группы по активности?
9. В каких случаях используются показатели мощности дозы при разделении РАО на группы по активности?
10. Как разделяются РАО по агрегатному состоянию?
11. Каковы дозовые пределы для персонала, работающего с РАО?
12. Сколько времени следует выдержать РАО ^{32}P ($T_{1/2} = 14,3$ суток), чтобы их удельная активность снизилась в 10 раз?
13. Расположите в ряд по возрастанию опасности РАО, содержащие α -излучатели, β -излучатели, трансурановые радионуклиды.
14. Перечислите основные последовательные стадии обращения с РАО.

15. Назовите условия, при которых организации и предприятия оборудуются спецканализацией.

16. В чем заключаются особенности обращения с короткоживущими РАО?

17. Сформулируйте требования к переработке РАО, содержащих взрывчатые вещества; самовоспламеняющиеся вещества.

18. Перечислите требования к утилизации источников ионизирующего излучения, отработавшим установленный срок.

19. Перечислите требования к транспортированию РАО.

20. Сформулируйте требования к технологиям ликвидации РАО биологического происхождения.

21. Сформулируйте требования к выбору мест и площадок захоронения РАО.

22. Сформулируйте требования к консервации могильников и площадок захоронения РАО.

Глава 3. Наблюдение и экологический контроль в области обращения с отходами производства и потребления

Вы будете изучать:

✓ регулирование отношений между исполнительными органами власти и природопользователями;

✓ нормирование, порядок выдачи и установления лимитов на размещение отходов производства;

✓ экологический контроль за токсичностью компонентов отходов и рекомендации по их обезвреживанию.

3.1 Экологический контроль по обращению с отходами производства и потребления

В соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» необходимо разрабатывать

экологически безопасные технологии и лимиты на утилизацию отходов: экологические требования и контроль по обращению с отходами производства и потребления, нормирование размещения отходов и регулирование отношений между исполнительными органами власти, природопользователями и специально уполномоченными государственными органами по охране окружающей среды. Одним из мероприятий природоохранной направленности, решающих проблему загрязнения почв при применении нетрадиционных органических удобрений, является нормирование тяжёлых металлов (ТМ) в отходах и в почве. Меры должны быть направлены главным образом на увеличение прочности закрепления ТМ в почве, поскольку фитотоксическое действие металлов и их транслокация в растения зависят не столько от концентрации металлов в отходах и почве, сколько от их подвижности и способности переходить в доступные растениям формы. Применяя различные методы и мелиорирующие средства, можно иммобилизовать ТМ в почве и тем самым снизить их поступление в растения. Санация почвы - система методов и приемов, приводящих к уменьшению токсического действия ТМ или снижению содержания их в почве до фонового уровня. При оценке различных способов санации загрязнённых ТМ почв необходимо учитывать три критерия: способ должен быть экологически безопасным, технологически эффективным и экономически рентабельным.

В процессе производства и потребления природопользователь обязан принимать надлежащие, обеспечивающие охрану окружающей среды и сбережение природных ресурсов, меры по обращению с отходами.

Соблюдение действующих экологических, санитарно-эпидемиологических и технологических норм и правил при обращении с отходами по классам опасности и другим признакам в целях их использования в качестве вторичного сырья, переработки и последующего размещения, подразумевает:

✓ обеспечение условий, при которых отходы не оказывают вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье людей, при необходимости временного накопления произведенных отходов на промышленной площадке (до момента использования отходов в последующем технологическом цикле или направления на объект для размещения);

✓ обеспечение выполнения установленных нормативов предельного размещения отходов;

✓ оформление разрешения на размещение отходов независимо от того, на собственном объекте размещаются отходы или арендованном.

Образование, сбор, накопление, хранение и первичная обработка отходов является неотъемлемой составной частью технологических процессов, в ходе которых они образуются, и должны быть отражены в технологических регламентах и другой нормативно-технической документации.

Деятельность природопользователя должна быть направлена на сокращение объемов (массы) образования отходов, внедрение безотходных технологий, преобразование отходов во вторичное сырье или получение из них какой-либо продукции, сведение к минимуму образования отходов, неподлежащих дальнейшей переработке, и захоронение их в соответствии с действующим законодательством.

Места складирования отходов на территории предприятия, их границы (площадь, объемы), обустройство, а также должностные лица, ответственные за их эксплуатацию, определяются приказом руководителя. Предельное количество временного накопления отходов, сроки и способы их накопления на промышленной площадке утверждаются республиканским, краевым, областным, окружным комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов (далее - территориальным органом Минприроды России) по согласованию с территориальными органами других специально

уполномоченных государственными органами Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды.

Транспортировка отходов должна осуществляться способами, исключающими возможность их потери в процессе перевозки, создание аварийных ситуаций, причинение вреда окружающей среде, здоровью людей, хозяйственным и иным объектам.

Специализированные предприятия и установки по переработке отходов проектируют и эксплуатируют в соответствии с нормами технологического проектирования, строительными и санитарными нормами и правилами и действующим законодательством. Размещение отходов допускается только при наличии у природопользователя соответствующего разрешения, которое выдается территориальным органом Минприроды России и согласовывается с территориальными органами Роспотребнадзора России, Ростехнадзора России, Роскомнедр, Роскомвода, а также с организациями, на территории которых планируется размещение отходов. Разрешение на размещение отходов выдается только при обосновании невозможности их переработки (отсутствии технологии, оборудования и др.).

Выбор места для строительства объекта по размещению отходов определяется решениями органа исполнительной власти субъектов Российской Федерации по согласованию со специально уполномоченными государственными органами Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды на основе специально выполненных геологических, инженерно-геологических и гидрологических исследований.

Государственная экологическая экспертиза проектной документации в части деятельности с отходами производства и потребления и (или) проектов наилучших доступных технологий в области обращения с отходами является обязательной.

Объекты для размещения отходов должны быть обустроены и эксплуатироваться в соответствии с проектами, прошедшими

государственную и геологическую экологическую экспертизу, экологическими, строительными и санитарными нормами и правилами.

Строительство и эксплуатация подземных сооружений для захоронения отходов производства осуществляется в соответствии с лицензией, выдаваемой территориальным органом Ростехнадзора по согласованию с территориальными органами Минприроды России, Роспотребнадзора, Госгортехнадзора России, Роскомвода.

Отходы I - IV классов опасности можно размещать только на полигонах по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов, обустроенных в соответствии со СНИП.

Не допускается размещение опасных отходов на территории в границах и менее 3 км от границ городов и населенных пунктов, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах и зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, а также в районах развития геотектонических структур, образований и процессов, запрещается сброс отходов в водоемы общего пользования, подземные водоносные горизонты.

Природопользователь в соответствии с Федеральным законом "Об охране окружающей среды" и природоохранными нормативными документами Российской Федерации ведет учет наличия, образования, поставок, использования и размещения всех отходов собственного производства и отходов, завозимых со стороны.

Природопользователь представляет ежегодный отчет об образовании и удалении отходов по форме 2тп-отходы. Определение класса опасности отходов, образующихся и используемых на предприятии, входит в обязанность природопользователя.

С целью обеспечения экологических требований законодательства Российской Федерации для природопользователей устанавливаются предельные нормы на образование и размещение отходов.

Организация разработки и утверждения нормативов объемов образования и размещения отходов осуществляется Минприроды России совместно с другими специально уполномоченными государственными органами Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Нормирование объемов образования и размещения отходов производится с целью недопущения превышения предельно допустимого воздействия отходов на окружающую среду, а также охраны жизни и здоровья людей.

Для поэтапного достижения нормативных объемов образования и размещения отходов природопользователям, не обеспечивающим выполнение этих нормативов, устанавливаются лимиты на образование и размещение отходов.

Методические документы по определению нормативов предельного размещения отходов производства и потребления утверждаются специально уполномоченными государственными органами Российской Федерации в области охраны окружающей среды, Роспотребнадзора и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных стандартов.

Нормативы предельного размещения отходов производства и потребления утверждаются территориальным органом Минприроды России по согласованию с территориальным органом Роспотребнадзора России.

Природопользователь обязан разрабатывать и представлять для утверждения в территориальный орган Минприроды России согласованные с территориальным органом Роспотребнадзора России проекты нормативов предельного размещения отходов на основании методических указаний Минприроды России.

Для проектируемых объектов нормативы предельного размещения отходов устанавливаются проектом, получившим положительное заключение государственной экологической экспертизы. Требования к составу проектных материалов определяются СНиПами, ГОСТами и нормативными документами Минприроды России.

На период разработки методических документов по нормированию размещения отходов действует система установления лимитов размещения отходов производства и потребления.

В целях реализации Федерального закона «Об отходах производства и потребления» разработаны «Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение», утвержденные приказом Министерства природных ресурсов РФ от 7 декабря 2020 г. № 1021.

Методические указания предназначены для юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду I и II категорий, территориальных органов Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющих государственный экологический надзор. Устанавливают единый подход к разработке и общие требования к содержанию и оформлению проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, в котором обосновывается планируемая деятельность по образованию и обращению с отходами I-V классов опасности, образующимися в процессе осуществления юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем хозяйственной и иной деятельности на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (далее - объекты НВОС), отнесенных I и II категорий.

В предлагаемой методике рассматривается размещение отходов, в то время как утилизация отходов в качестве органического удобрения – это утилизация отхода.

В связи с этим применение данных методических рекомендаций при разработке лимитов на утилизацию отходов в сельском хозяйстве является проблематичным. Таким образом, стандартных методик, позволяющих решить вышеуказанную задачу, в настоящий момент времени не существует. Накопленный опыт, а также проведенные научные исследования, позволяют

предложить базовую методологию лимитирования применения отходов (табл. 2).

Под базовой методологией применения отходов различной природы понимается общий подход, позволяющий определить экологически приемлемые дозы внесения органических отходов различной природы (отходов животноводства, птицеводства, коммунально-бытового хозяйства и т.д.) в земледелии. Предлагаемая методология прошла апробацию на практике и используется на территории Владимирской, Нижегородской и Московской областей, а также за их пределами.

Таблица 2

Агроэкологическая и санитарно-гигиеническая характеристика торфоилового компоста

Показатели	Торфоиловый компост			
	2006	2007	2008	средн.
Влажность, %	59,5	48,9	26,2	44,9
Зольность, %	55,6	49,5	84,8	63,3
pHсол	6,2	6,6	6,6	6,5
Содержание питательных элементов, % на сухое вещество:				
азот общ.	0,85	0,65	0,12	0,54
фосфор общ.	1,42	1,56	0,60	1,19
калий общ.	0,40	0,40	0,30	0,37
Содержание подвижных форм элементов:				
азот аммиачный, %	0	0	0	0
азот нитратный, мг/кг сухого вещества	55,0	20,9	147,9	74,6
фосфор	889	1268	439,0	865,3
калий	75,6	121,0	30,6	75,7
Титр кишечной палочки, г	0,01	1	0,01	-
Перфрингенс-титр, г	0,00009	0,01	0,001	-
Патогенные организмы	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	-
Яйца и личинки гельминтов, шт.	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	-
Микробное число, млн/г	1,1793	2,673	0,185	1,3458

Процедура определения лимитов, по сути, представляет собою оценку предполагаемого воздействия органических отходов производства на окружающую природную среду и установление предельного (максимально возможного) количества отхода, утилизация которого в агроэкосистеме не

приведет к нарушению сложившегося равновесия между ее компонентами и не ухудшит ее состояния.

Фактически, на основании имеющейся информации формируется прогноз и уже с помощью этого прогноза решается вопрос о допустимом к применению количестве органических отходов в качестве удобрений.

Разработка лимитов на утилизацию органических отходов включает в себя следующие ключевые моменты:

- 1) Исходную характеристику района планируемой утилизации.
- 2) Расчет объемов образования отходов.
- 3) Прогноз возможных негативных последствий утилизации и введение ограничений.
- 4) Определение лимита на утилизацию и (или) расчет площадей, необходимых для безопасной утилизации отхода.

Лимит размещения отходов — это объем (масса) отходов, который допускается размещать в установленный период времени. Он определяется исходя из норм расхода сырья и материалов с учетом планируемого объема производства продукции, за вычетом планового объема (массы) отходов, используемых в качестве сырья и материалов в соответствии с программами по использованию отходов, или переданных сторонним природопользователям в качестве сырья и материалов, с учетом мероприятий по сокращению объемов (массы) образования отходов и возможности экологически приемлемого размещения отходов данного наименования.

Лимиты размещения отходов устанавливаются по всем наименованиям отходов в совокупности значений для отдельных объектов для размещения отходов. Лимиты размещения отходов утверждаются территориальным органом Минприроды России по согласованию с территориальным органом Роспотребнадзора России по типовой форме.

Для установления лимитов размещения отходов природопользователь должен представить на согласование и утверждение материалы, содержащие заявку, обоснование и первичную информацию, основанные на действующих

нормативах, технологических регламентах, стандартах, технических условиях и т.п., результаты расчетов проектов лимитов и планы мероприятий по их достижению.

При разработке мероприятий следует отдавать приоритет внедрению инновационных технологий с учетом достижений отечественной и зарубежной науки и практики. Указанные планы утверждаются руководителем предприятия и должны быть обеспечены финансовыми, материально-техническими ресурсами, проектными и строительно-монтажными работами. Территориальный орган Минприроды России рассматривает представленные материалы и в месячный срок принимает решение об утверждении лимитов размещения отходов или отклонении их на доработку.

По особо крупным объектам (в отдельных случаях) срок рассмотрения материалов может быть продлён до двух месяцев. Проекты лимитов размещения отходов, представленные после доработки, рассматриваются в те же сроки.

В случаях повторного отклонения материалов представленные после доработки проекты лимитов размещения отходов направляются на государственную экологическую экспертизу.

Лимиты размещения отходов производства и потребления устанавливаются сроком на один год.

Порядок пересмотра лимитов размещения отходов до истечения срока их действия при изменении экологической обстановки в регионе, появлении новых или уточнении параметров существующих источников загрязнения окружающей среды отходами в связи с расширением (сокращением) производства, ликвидации (вводе в эксплуатацию) общерегиональных объектов для размещения отходов, отсутствии у природопользователя возможностей для обеспечения дальнейшего безопасного хранения отходов на промышленной площадке и по другим причинам устанавливается территориальным органом Минприроды России.

Выдача природопользователю разрешений на размещение отходов на специальных объектах производится территориальным органом Минприроды России по типовой форме.

В разрешении устанавливается объем (масса) размещения отходов на конкретных объектах, сроки хранения и другие условия, обеспечивающие охрану окружающей среды и здоровья человека.

Количество отходов, разрешенное к размещению, устанавливается с учетом утвержденных природопользователю лимитов размещения отходов, планов мероприятий по их достижению и характеристики объектов для размещения отходов.

При размещении объемов (массы) отходов, превышающих установленный лимит, а также при отсутствии на территории республики, края, области объектов для размещения отходов, оборудованных в соответствии с природоохранными требованиями, территориальный орган Минприроды России выдает разрешение на временно согласованное размещение отходов.

Разрешение на размещение отходов выдается сроком на один год.

Для получения разрешения на размещение отходов природопользователь обязан представить в территориальный орган Минприроды России следующие документы по установленной форме:

✓ лимит размещения отходов, установленный природопользователю на данный период;

✓ характеристику объектов, на которых предполагается размещение отходов. Представляется на каждый объект (собственный или арендуемый), в т.ч. расположенный на территории предприятия;

✓ копию (по рекомендуемой форме) договора с администрацией объекта для размещения отходов в случае, если отходы направляются для размещения на объект, не принадлежащий данному природопользователю. Владелец объекта, кроме того, представляет копии договоров с природопользователями, месторасположение которых находится за

пределами территории, подведомственной территориальному органу Минприроды России.

Кроме этого, природопользователь должен иметь:

- ✓ обоснование условий и сроков временного накопления отходов на промышленной площадке до момента их использования или направления на объект для размещения отходов;

- ✓ заключения территориальных органов Роспотребнадзора, Роскомнедр (базирующиеся на результатах геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических исследований), Роскомвода; Госатомнадзора России (при необходимости);

- ✓ копии актов, удостоверяющих горный и земельный отвод;

- ✓ плановые мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций при размещении отходов;

- ✓ заключение государственной экологической экспертизы территориального органа МПР России на размещение отходов.

Выдача разрешения не освобождает природопользователя от поиска потребителей, для которых данные виды отходов являются сырьевыми ресурсами, или технологий, сокращающих объемы образования отходов, а также выполнения мероприятий по организации, строительству и повышению эффективности эксплуатации объектов для размещения отходов.

Разрешение (отказ) на размещение отходов выдается природопользователю территориальным органом Минприроды России в месячный срок, считая с момента получения всех документов от природопользователя, а по особо крупным объектам (в отдельных случаях) срок может быть продлен до двух месяцев.

Аннулирование разрешения на размещение отходов осуществляется по решению территориального органа Минприроды России, выдавшего данное разрешение, или вышестоящего органа системы Минприроды России в случаях угрозы загрязнения окружающей природной среды свыше допустимых норм, нарушения правил эксплуатации объекта для размещения

отходов, выхода из строя объекта или его сооружений (механизмов), нарушающих нормальный режим его эксплуатации.

Экологический контроль за всеми видами хозяйственной деятельности в системе обращения с отходами осуществляется на основе статей 68, 69, 70, 71 Федерального закона «Об охране окружающей среды». Экологический контроль осуществляется территориальным органом Минприроды России, осуществляющим государственный контроль, а также экологической службой предприятий, организаций и учреждений, которые осуществляют производственный экологический контроль.

Экологический контроль в области обращения с отходами включает:

- ✓ анализ существующих производств с целью выявления возможностей и способов уменьшения количества и степени опасности образующихся отходов;

- ✓ проверку порядка и правил обращения с отходами, включая требования, предусмотренные международными соглашениями и договорами о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;

- ✓ проверку выполнения планов мероприятий по внедрению малоотходных технологических процессов, технологий использования и обезвреживания отходов, достижению лимитов размещения отходов;

- ✓ определение массы размещаемых отходов в соответствии с выданными разрешениями;

- ✓ проверку эффективности и безопасности для окружающей среды и здоровья населения эксплуатации объектов для размещения отходов;

- ✓ анализ информации о процессах, происходящих в местах размещения отходов.

Служба производственного экологического контроля согласует с территориальным органом Минприроды России места и периодичность отбора проб для проведения замеров, перечень контролируемых показателей,

применяемые методики анализов, объем и порядок представления информации о размещении отходов (табл. 3).

Контроль принятых или переданных на размещение отходов осуществляет природопользователь на основании акта сдачи отходов и контрольных талонов приема отходов к нему.

Территориальный орган Минприроды России осуществляет государственный контроль за природоохранной деятельностью в соответствии с планом работ, а также при возникновении аварийных ситуаций, резком ухудшении экологической обстановки и по сигналам граждан и организаций.

Таблица 3

Требования к составу и свойствам фрезерного торфа

Наименование показателей	Норма	Метод испытаний
Степень разложения (R), %, не менее	25	ГОСТ 10650
Массовая доля влаги (ω), %, не более	60	ГОСТ 11305
Зольность (A^c), %, не более	25	ГОСТ 11306
Засоренность (куски торфа, очеса, пней, щепы), %, не более	8	ГОСТ 11130

При контроле за размещением отходов производится измерение объемов (массы) отходов, зольности, степени разложения, засорённости, определение концентраций содержащихся в них веществ и установление по этим данным массы отходов в период времени и класса опасности (табл. 3). Полученные данные сравниваются с установленными в разрешении на размещение отходов.

Исходными данными для определения фактической массы размещаемых отходов служат:

✓ данные материального баланса на единицу выпускаемой продукции и инструментальные замеры;

✓ нормативы образования и использования отходов, применяемые при проектировании хозяйственных объектов, в том числе утвержденные отраслевые удельные характеристики отходов на единицу продукции;

✓ данные о временном режиме работы оборудования за квартал, год.

Таблица 4

Виды агроэкологических исследований и методика их проведения

Виды исследований	Сроки проведения	Метод (документ, устанавливающий методику)
Органическое удобрение (мех. обезв. осадок сточных вод)		
Агрохимические показатели: зольность, влажность, рН _{KCl} , P ₂ O ₅ общ., K ₂ O _{общ.} , N-NO ₃ , N-NH ₄ , углерод (C), P ₂ O ₅ подв., K ₂ O _{обм.}	Перед внесением	Методы анализов органических удобрений. М.: ВНИПТИОУ, 2003 г.
Микроэлементный состав: - валовое содержание (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr, Hg); - содержание подвижных форм (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr).	Перед внесением	Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2). М.: ЦИНАО, 1992. РД 52.18.191-89, РД 52.18.289-90, ПНДФ 16.1.1-96, ГОСТ 10485-75.
Санитарно-бактериологические показатели: - титр Coli - наличие жизнеспособных яиц гельминтов Наличие сальмонелл	Перед внесением	МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест
Почва		
Агрохимические показатели: сумма поглощенных оснований, Нг, рН _{KCl} , N-NO ₃ , N-NH ₄ , гумусированность, P ₂ O ₅ подв., K ₂ O _{обм.}	По окончании вегетации первой и последней культур севооборота	Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987.
Микроэлементный состав: - валовое содержание (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr, Hg); - содержание подвижных форм (Cu, Zn, Ni, Pb, Cd, Cr).	По окончании вегетации первой и последней культур севооборота	Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2). М.: ЦИНАО, 1992. РД 52.18.191-89, РД 52.18.289-90, ПНДФ 16.1.1-96, ГОСТ 10485-75.

Фактическая масса отходов, принимаемых на объекте для размещения отходов, определяется владельцами этих объектов инструментальными замерами или расчётно и подлежит учету в установленном порядке в специальном журнале. Выписка из журнала ежеквартально передается территориальному органу Минприроды России.

При необходимости пересчета объемных показателей количества отходов в массовые следует учитывать плотность и зольность конкретного отхода.

Прием от природопользователя отходов на размещение и применение без наличия у него соответствующего разрешения запрещен. В этих случаях природопользователь должен обратиться в территориальный орган Минприроды России за получением соответствующего разрешения для размещения и применения отходов в качестве вторичного ресурса.

При превышении природопользователем количества отходов и изменения класса их опасности, установленных в разрешении на размещение для данного объекта, владелец этого объекта обязан в месячный срок представить выписку из журнала территориальному органу Минприроды России о приостановлении использования отхода в качестве органического удобрения (на примере осадка сточных вод).

При невыполнении в нормативные сроки планов мероприятий или отдельных этапов прохождения экспертизы, установленного в разрешении на период выполнения указанных планов, а также при размещении отходов без соответствующего разрешения территориальные органы Минприроды России вправе предъявить природопользователю искивые претензии, руководствуясь действующим законодательством.

Должностные лица территориального органа Минприроды России в соответствии с их полномочиями имеют право в установленном порядке:

- ✓ проводить проверки предприятий и объектов по всем видам деятельности, связанным с обращением отходов, получать необходимые объяснения, справки и сведения;

✓ давать обязательные для исполнения предписания о приостановке работ, которые ведутся с нарушением правил и норм безопасного обращения с опасными отходами; в случае необходимости приостанавливать работы;

✓ аннулировать при согласовании этой акции с органами, участвующими в оформлении разрешения, или приостанавливать действие разрешения на право ведения деятельности по обращению с отходами, в случае нарушений условий его действия, а также при возникновении опасности аварий, причинения вреда окружающей природной среде;

✓ привлекать в установленном порядке виновных лиц к административной ответственности, направлять материалы о привлечении их к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности в народный суд, предъявлять иски в арбитражный суд о возмещении ущерба и убытков, причиненных окружающей природной среде.

3.2 Экологический контроль за токсичностью отходов и рекомендации по их обезвреживанию

Как показывает опыт, в составе отходов, планируемых для использования при рекультивации, чаще всего содержатся следующие компоненты, способные оказать негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека:

✓ тяжелые металлы (соли и окислы свинца, цинка, кадмия, хрома, меди, никеля и др.);

✓ нефтепродукты и другие токсичные органические соединения (толуол, фенолы и др.);

✓ асбест;

✓ легкорастворимые соли (хлорид натрия, калия, магния);

✓ фториды (магния, натрия, кальция);

✓ кислотные компоненты (фосфорная, серная).

При этом возможность и характер негативного воздействия определяются количеством загрязнителя и химической формой, в которой он содержится.

Тяжелые металлы. При попадании в почву или грунт металлы вступают в ряд физических, химических, физико-химических, биохимических и других взаимодействий, в ходе которых они аккумулируются, выщелачиваются, осуществляют межфазные переходы, поступают в растительные и животные организмы. В результате этих взаимодействий опасность металлов для живых организмов может существенно меняться.

В ходе разного рода процессов тяжелые металлы могут переходить в малоподвижное и неподвижное состояние, снижая таким образом свою токсичность.

Основными процессами являются:

- ✓ образование труднорастворимых и нерастворимых соединений;
- ✓ сорбция тяжелых металлов минеральными коллоидами;
- ✓ сорбция их органическими коллоидами.

Процесс «осаждения-растворения» труднорастворимых соединений является одним из основных процессов, контролирующих концентрацию ионов большинства металлов в почвенном растворе.

При внесении органических отходов возможно загрязнение почв тяжелыми металлами. В связи с этим необходимо определить количество токсичных элементов и, соответственно, эквивалентное количество органосодержащих отходов (органических удобрений), их содержащих, которое можно внести в почву, не ухудшая санитарно-гигиеническую обстановку.

Расчет общего количества отхода, которое можно утилизировать на определенной площади, и максимально разовой дозы отхода можно осуществить по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в

качестве удобрений», согласно которому при внесении ОСВ в почву содержание в ней загрязняющих веществ не должно превышать 0,8 ПДК.

Поскольку при определении лимитов на утилизацию отходов принципиальным является количество поступающего в почву токсиканта, а не его источник, данная формула может быть рекомендована не только для осадков сточных вод, но и для любых органосодержащих отходов.

Расчет общей дозы внесения отхода (в т/га сухого вещества) производится по формуле:

$$D_{\text{общ.}} = (0,8 \text{ ПДК} - \Phi) \times m / c, \text{ где}$$

ПДК – предельно допустимая концентрация нормируемого загрязнения в почве, мг/кг (в расчете может использоваться ОДК);

Φ – фактическое содержание загрязнителя в почве, мг/кг;

c – концентрация загрязнителя в отходе, мг/кг сухого вещества;

m – масса пахотного слоя почвы в пересчете на сухое вещество, т/га.

Максимально допустимую разовую норму внесения отхода (в т/га сухого вещества), вычисляют по формуле:

$$D_{\text{уд.}} = 0,1 \text{ ПДК} \times m / c$$

Расчет проводится по каждому нормируемому веществу отдельно. Из полученных данных выбирают минимальное значение, которое и определяет дозу отхода с учетом свойств почвы и ее фактического загрязнения.

Существуют более сложные модели определения общей дозы внесения органического материала, содержащего тяжелые металлы, которые учитывают не только поступление элемента в почву, но и вынос его растениями, фильтрующимися и поверхностными водами. Так, С.Е. Витковской и В.Ф. Дричко (2002) была предложена экспоненциальная

модель накопления тяжелых металлов в почве, согласно которой общая допустимая доза внесения органических отходов определяется по формуле:

$$D_{\text{общ.}} = 0,8(PDK - C_{\text{фон}}) m k / (C_{\text{комп}} - C_{\text{фон}}) \times [1 - \exp(-kT)], \text{ где}$$

$D_{\text{общ}}$ – общая допустимая доза органических отходов, т/га;

$C_{\text{фон}}$ – концентрация тяжелых металлов в почве до внесения отхода, мг/кг;

$C_{\text{комп}}$ – концентрация тяжелых металлов в отходе, мг/кг;

m – масса пахотного слоя, т;

k – общая константа выноса элемента из почвы, год⁻¹;

T – количество лет, в течение которых планируется вносить отход в почву, годы.

Введение в практические расчеты дополнительных параметров усложняет и удорожает процедуру определения лимитов. Так, константа выноса элемента из почвы (k) может быть корректно оценена только на основании многолетних исследований, проведенных в конкретных почвенно-климатических условиях с учетом возделываемых культур. Возможно, со временем при условии формирования соответствующих баз данных, такой подход окажется продуктивным, однако в настоящий момент времени для установления ограничения внесения органических отходов по содержанию в них тяжелых металлов целесообразно пользоваться формулами, рекомендованными ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

После определения ограничений по всем вышеназванным параметрам, лимит на внесение отхода в агроэкосистему устанавливается с учетом самого жесткого из ограничений.

Предлагаемый подход представляет собой лишь общую схему, которая может корректироваться с учетом местных условий. Так, например, на почвах легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных) и с близким залеганием грунтовых вод предельная разовая доза внесения азота

может быть снижена с 200 кг/га до более низких значений. Основанием для этого может послужить повышенное содержание нитратов в грунтовых водах и поверхностных водных источниках, установленное по данным экологического мониторинга. Максимальная разовая доза внесения азота также может быть уточнена экспериментальным путем или с использованием уже имеющихся в литературе сведений по объектам-аналогам.

На основе данной информации можно указать, что при использовании отходов, имеющих в своем составе тяжелые металлы, целесообразны следующие мероприятия для их обезвреживания:

✓ добавление к отходам, содержащим тяжелые металлы, материалов (или отходов), имеющих в своем составе известковые компоненты (доломитовая или известняковая мука, мел, гашеная и негашеная известь, дефекаат и др.). Если опасный отход содержит большое количество металлов в виде растворимых солей (хлориды, нитраты, нитриты, сульфаты), то необходимо перемешивание с тонкодисперсным известковым материалом (размер частиц менее 1 мм). В остальных случаях достаточно известкового экрана мощностью 5-10 см;

✓ добавление к опасным отходам глинистых материалов или создание неводопроницаемого глинистого экрана. Гидроизоляция основания карьера или котлована слоем глины также может рассматриваться в качестве мероприятия, обеспечивающего безопасность размещения отходов, содержащих высокие концентрации тяжелых металлов.

Контрольные вопросы и задания к главе 3

1. Какие методы и средства контроля применяют в области обращения с отходами?

2. Что такое нормирование размещения отходов производства и потребления?

3. Как проводится контроль за токсичностью отходов и их обезвреживание?

4. Кратко опишите поведение загрязнителей в окружающей среде и принципы снижения степени их токсичности.

5. Что такое экологический контроль в системе обращения с отходами?

6. Назовите вторичное использование материальных ресурсов при использовании отходов различных производств?

7. Как проходит установление оценки опасности отходов производства и разработка законодательной базы в области охраны окружающей среды?

8. Что такое оптимизация структуры работы предприятия по обеспечению утилизации отходов производства?

9. Как устанавливаются лимиты на размещение отходов производства по агроэкологическим критериям?

10. Кратко опишите принципы снижения токсичности тяжелых металлов, основанные на их поведении в окружающей среде.

Глава 4. Применение инновационных технологий утилизации в сельскохозяйственном производстве

Вы будете изучать:

- ✓ факторы детоксикации при мелиорации загрязнённых почв;
- ✓ химический состав осадков сточных вод и мелиорантов;
- ✓ влияние последствий ОСВ и мелиорантов на показатели плодородия пахотного слоя почв;
- ✓ агроэкологическую оценку загрязнённых почв;
- ✓ применение различных мелиорантов для санации загрязнённых территорий.

4.1 Теоретические и практические основы инновационных технологий утилизации отходов производства

Утилизация осадков сточных вод и избыточного активного ила часто связана с использованием их в сельском хозяйстве в качестве удобрения, что обусловлено достаточно большим содержанием в них биогенных элементов. Активный ил особенно богат азотом и фосфором, микроэлементами: медь, молибден, цинк.

В качестве удобрения можно использовать те осадки сточных вод и избыточный активный ил, которые предварительно были подвергнуты обработке, гарантирующей последующую их незагниваемость, а также гибель патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов.

Наряду с достоинствами получаемого на основе осадков сточных вод и активного ила удобрения следует учитывать и возможные отрицательные последствия его применения, связанные с наличием в них вредных для растений веществ, в частности, ядов, химикатов, солей тяжелых металлов и т.п. В этих случаях необходимы строгий контроль содержания вредных веществ в готовом продукте и определение годности использования его в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур.

В связи с этим возникает необходимость в разработке инновационных технологий утилизации, которые позволяют расширить спектр применения активного ила. Загрязнение почв тяжелыми металлами относится к химическому типу загрязнения, опасность которого заключается в нарушении естественных механизмов обмена вещества и потоков энергии. Многочисленные исследования и производственные оценки показывают, что практически почвы всех типов характеризуются загрязненностью тяжелыми металлами. Они занимают главенствующее положение в обобщенном рейтинге наиболее опасных загрязнителей в агроэкосистеме. Территории с высокими концентрациями ТМ приурочены к зонам промышленных источников в эмиссии городских агломераций и автомагистралей с интенсивным движением. Повышенными уровнями загрязненности

характеризуются сельскохозяйственные земли, на которых в качестве удобрений использовались осадки сточных вод. Дополнительными источниками поступления ТМ являются агрохимикаты в широком спектре применения в агротехнологиях, а также нетрадиционные местные органические удобрения.

Меры должны быть направлены, главным образом, на увеличение прочности закрепления ТМ почвой, поскольку, фитотоксическое действие металлов и их транслокация в растения зависят не столько от концентрации металлов в почве, сколько от их подвижности и способности переходить в доступные растениям формы. Применяя различные методы и мелиорирующие средства, можно иммобилизовать ТМ в почве и тем самым снизить их поступление в растения. Санация почвы - система методов и приемов, приводящих к уменьшению токсического действия ТМ или снижению содержания их в почве до фонового уровня.

Как известно, одним из природоохранных мероприятий, решающих проблему охраны почв от загрязнения тяжёлыми металлами (ТМ), является нормирование их содержания в почвах. Нормирование содержания металлов в почвах предусматривает установление их предельно допустимых количеств в почве и растениях. Под предельно допустимыми количествами тяжёлых металлов следует понимать ту концентрацию, которая при длительном воздействии на почву и на произрастающие на ней растения не вызывает каких-либо патологических изменений или аномалий в ходе биологических процессов, а также не приводит к накоплению токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах и, следовательно, не может нарушить биологический оптимум для сельскохозяйственных животных и человека. Следовательно, вопрос состоит в том, чтобы уровни содержания ТМ антропогенного происхождения находились в почвах сельскохозяйственного использования в количествах, не приводящих к негативным последствиям. Поэтому в настоящее время существует необходимость разработки приёмов санации почв, имеющих антропогенное загрязнение ТМ.

Наиболее эффективным способом обезвоживания отходов, образующихся при очистке сточных вод, является термическая сушка. Перспективные технологические способы обезвоживания осадков и избыточного активного ила, включающие использование барабанных вакуум-фильтров, центрифуг, с последующей термической сушкой и одновременной грануляцией позволяют получать продукт в виде гранул, что обеспечивает получение незагнивающего и удобного для транспортировки, хранения и внесения в почву органоминерального удобрения, содержащего азот, фосфор, микроэлементы.

Наряду с достоинствами получаемого на основе осадков сточных вод и активного ила удобрения следует учитывать и возможные отрицательные последствия его применения, связанные с наличием в них вредных для растений веществ, в частности, ядов, химикатов, солей тяжелых металлов и т.п. В этих случаях необходимы строгий контроль содержания вредных веществ в готовом продукте и определение годности использования его в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур.

Извлечение ионов тяжелых металлов и других вредных примесей из сточных вод гарантирует, например, получение безвредной биомассы избыточного активного ила, которую можно использовать в качестве кормовой добавки или удобрения. В настоящее время известно достаточно много эффективных и достаточно простых в аппаратном оформлении способов извлечения этих примесей из сточных вод. В связи с широким использованием осадка сточных вод и избыточного активного ила в качестве удобрения возникает необходимость в интенсивных исследованиях возможного влияния присутствующих в них токсичных веществ (в частности, тяжелых металлов) на рост и накопление их в растениях и почве.

Проблема утилизации ОСВ существует практически во всех странах, так как илы в основной своей массе загрязнены тяжелыми металлами и органическими микропримесями. С точки зрения здравоохранения и территориальных требований, эти загрязнения могут вызывать проблемы при

запашке осадков в почву. Представляет интерес практика использования осадков сточных вод в ФРГ. По санитарным соображениям в ФРГ допускается использование в качестве удобрения только незагнивающих, стабилизированных осадков сточных вод, термически высушенных, компостированных и пастеризованных. Пастеризация осадков заключается в их нагревании до 65-70°C в течение 20-30 мин, что приводит к уничтожению яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Более высокий эффект пастеризации достигается при нагревании осадка до 80-90°C с последующим выдерживанием в течение 5 мин. В случае образования больших объемов осадков сточных вод, содержащих соли тяжелых металлов, из-за чего их нельзя использовать в качестве удобрения, по-видимому, целесообразно использовать другие пути утилизации, например, сжигание осадков.

В ФРГ также предложен способ сжигания активного ила с получением заменителей нефти и каменного угля. Подсчитано, что при сжигании 350 тыс. т активного ила можно получить топливо, эквивалентное 700 тыс. баррелей нефти и 175 тыс. т угля (1 баррель - 159 л).

Одним из преимуществ этого метода является то, что полученное топливо удобно хранить. В случае сжигания активного ила выделяемая энергия расходуется на производство пара, который немедленно используется, а при переработке ила в метан требуются дополнительные капитальные затраты на его хранение. В северных странах, например, в Финляндии, требования к илам становятся все более и более жесткими, что практически делает невозможным гарантировать продолжение использования илов на полях в течение длительного периода. Платежи за захоронение или сжигание илов заставляют сосредоточить внимание на новых технологиях, открывающих пути извлечения пользы из осадков. Одной из идей явилось использование осадков для получения углерода.

Во многих странах приняты законы, регулирующие применение ОСВ в сельском хозяйстве с учетом требований окружающей среды. В соответствии с ними их внесению должно предшествовать тщательное обследование

местности, почв, местообитания исчезающих видов растений и животных. Рациональное использование ОСВ невозможно без точных сведений об их химическом составе. Только при наличии этих данных выдается разрешение на утилизацию осадков в сельском хозяйстве. При составлении рекомендаций в США используют также данные анализа качества воды для установления предельных количеств внесения азота и фосфора и устанавливают верхние пределы кумулятивного накопления меди и цинка для поддержания плодородия почв. Критериями пригодности осадков для сельскохозяйственного использования является также снижение урожайности не более чем на 10 % для культур, выращиваемых на почвах легкого механического состава и при pH 5,2 и получение продукции, отвечающей установленным нормам на наличие в ней металлов.

В северо-восточных районах США культуры, непосредственно употребляемые в пищу, рекомендуется возделывать только через три года после последнего внесения осадка. Таким образом, исключается риск последствий выживших болезнетворных организмов и острой токсичности вредных органических веществ, которая до сих пор остается мало исследованной.

В России в качестве удобрения организовано используется не более 5% осадков, несмотря на острый недостаток в органических удобрениях и высокую стоимость минеральных удобрений. Возможное расширение масштабов такого использования связано с совершенствованием нормативных требований к качеству осадков, выполнение которых обеспечит снятие таких экологических проблем, как возможная аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях, отрицательное влияние осадков на урожайность и качество выращиваемой продукции, загрязнение водных источников и др. Отсутствие нормируемых показателей (критериев), определяющих экологическую опасность осадков, является одной из причин несовершенства технических решений по подготовке осадка на очистных сооружениях. Количественные значения показателей экологической

опасности осадка позволяют для условий конкретных очистных сооружений определить требования к технологии его обработки, обеспечивающей экологически безопасное размещение в природной среде и решить вопрос о конечной стадии подготовки осадка: захоронении или утилизации.

По санитарно-гигиеническим показателям осадок, направляемый на утилизацию или захоронение, должен соответствовать требованиям СанПиН, в осадке должны отсутствовать яйца гельминтов и патогенные бактерии.

В настоящее время разработано большое количество способов обработки ОСВ, депонирования или уничтожения, каждый из которых имеет свои преимущества или недостатки, определяемые местными условиями. Все эти способы требуют обеспечения высокой степени обезвоживания, которая максимально достигается при использовании механического обезвоживающего оборудования (горизонтальные шнековые центрифуги и камерные или мембранные фильтр-прессы).

Депонирование механически обезвоженных осадков предусматривается двумя методами: складированием в специально подготавливаемый котлован или путем создания надземных холмов ландшафтного обустройства. Разработаны варианты захоронения осадков как отдельно, так и совместно с ТКО, промышленными отходами или в смеси с грунтом. Предусмотрено, что на территории очистных сооружений следует размещать объекты и оборудование первичной обработки осадков (иловые насосы, метантенки, минерализаторы, аварийные площадки), а цеха механического обезвоживания - рядом с полигонами депонирования, выполняемыми в виде котлованов подземного складирования или холмов ландшафтного обустройства.

Важное значение имеют методы утилизации активного ила, связанные с использованием его в качестве флокулянта для сгущения суспензий, получения из активного угля адсорбента в качестве сырья для получения стройматериалов и т.д. Проведенные токсикологические исследования

показали возможность переработки сырых осадков и избыточного активного ила в цементном производстве.

Все более широкое распространение получает сельскохозяйственное направление в использовании ОСВ. Агрономическая ценность осадков, качественные показатели растений зависят от дозы и вида ОСВ.

4.2 Применение эффективных технологий утилизации отходов производства в сельском хозяйстве

Одним из наиболее экономически оправданных путей утилизации осадков сточных вод является их использование в качестве органического удобрения, так как они содержат в своем составе необходимые для растений питательные вещества в виде минеральных элементов и органических соединений.

Практика возврата осадков в природный круговорот веществ, при их сельскохозяйственном использовании, как альтернативного или дополнительного источника удобрений, получила довольно широкое распространение. В отличие от других способов утилизации здесь не требуется больших площадей и высоких затрат.

По данным ВОЗ, в сельском хозяйстве Франции, Нидерландов, США, Польши, Швейцарии и Германии применяют соответственно 24, 35, 40, 50, 74 и 40% всего количества накапливающихся ОСВ. В сельскохозяйственных районах Германии этот показатель достигает 80%.

Известно, что удобрительная ценность осадков определяется количеством доступного растениям азота. В сброженных и обезвоженных осадках его содержится 2,3 кг/т, обезвоженных - 1,8 кг/т, а фосфора 1–4 % (по этому показателю они не уступают навозу).

В среднем, по многочисленным данным, ОСВ содержат в пересчете на сухое вещество примерно одинаковое с навозом количество органически связанного углерода и общего азота, больше фосфора и меньше калия (табл. 5).

**Сравнительный состав осадков сточных вод и навоза,
% на сухое вещество**

Вид удобрения	Сухое вещество	Азот общий	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)	Органическое вещество по углероду
ОСВ	25	0,5	0,4	0,02	15
Подстилочный навоз	25	0,5	0,2	0,60	16

Биологическая ценность сточных вод, т.е. использование как элементов питания, ниже, чем у подстилочного навоза. Это можно объяснить тем, что элементы питания находятся в менее доступных для растений, т.е. трудногидролизуемых, органических соединениях.

Наличие в осадках питательных макро- и микроэлементов органического и минерального происхождения, в том числе азота, фосфора, калия, кальция, железа, бора, марганца, меди, молибдена, цинка и других, позволяет применить их в качестве удобрения и обеспечить значительный экономический эффект. По расчетам, использование осадков может дать почве около 1 % основных питательных веществ, содержащихся в удобрениях, производимых в России.

Количество органического вещества в осадках в значительной степени зависит от проведенной обработки, длительности и условий хранения.

В целом осадок оценивается как азотно-фосфорное органоминеральное удобрение, обладающее не только прямым действием, но и значительным эффектом последействия в течение 3-4 лет.

Внесение в серую лесную суглинистую почву под зяблевую вспашку сброженного осадка 97,6%-ной влажности в количестве 250, 500 и 1000 м³/га повышает ее плодородие, выражающееся в увеличении количества гумуса в почве на 0,1-0,3%, общего азота (+ 20%) и подвижно фосфора (+20 – 40%).

Определены допустимые нагрузки осадков: для легких почв - до 1000 м³/га (97–98% влажности) при осеннем и до 500 м³/га при весеннем внесении, что в пересчете на сухое вещество соответствует 25 и 12,5 т/га; для тяжелых почв эти нормы могут быть несколько меньше.

Для дерново-подзолистых почв дозы внесения осадков могут быть выше, чем на черноземах. Оптимальной дозой под кормовые и силосные культуры следует считать 25—30 т/га сухого вещества. Рекомендуемые сроки внесения — ранняя осень при вспашке зяби. Осадок сточных вод можно вносить как весной под культивацию (под яровые зерновые) и перепашку зяби (под картофель), так и осенью под зябь (под все культуры).

Под озимую рожь осадки сточных вод рекомендовано вносить осенью при вспашке черных паров. Опытным путем установлены нормы внесения осадков: под яровые зерновые культуры – 10-20, пропашные – 20-30, на парах – 40-60 т/га. Положительное последствие осадков сохраняется в севообороте в течение 2-3 лет.

С экологической точки зрения важно кумулятивное (десятки и более лет) последствие тяжелых металлов, связанное с их постепенным, многолетним накоплением в почвах разного типа. Многие авторы отмечают высокую персистентность металлов из осадков независимо от частоты их внесения. Например, через 45 лет после начала исследования в почве обнаруживалось около 80 % внесенных с осадком Zn, Cu, Ni, Cd, Pb. Ежегодные потери металлов с делянок, обрабатывавшихся самыми высокими дозами ОСВ, составили, кг/га: Cd – 0,3; Zn – 10; Cu – 40; Ni – 0,6; Cr – 3,3; Pb – 3,2 и могут быть были отнесены за счет вымывания, эрозии, а также ошибок анализа и отбора проб.

Помимо нормирования металлов в осадках обращается внимание на безопасную норму их валового содержания в почве, по достижении которой внесение ОСВ должно быть запрещено. В России использовать осадки можно до тех пор, пока валовое количество тяжелых металлов в почве не

достигнет, мг/кг: As – 2,0; Hg – 2,1; Sb – 4,5; Cd – 5; Ni – 35; Pb – фон + 12; Cr(III) – фон +100.

Предельные нормы, рекомендованные в странах Европейского экономического сообщества, более низкие, и составляют для Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb и Zn соответственно 1; 50; 100; 1; 30; 50 и 150 мг/кг.

Из-за недостаточной изученности поведения тяжелых металлов в системе почва – растение в имеющихся рекомендациях приводятся, как правило, весьма умеренные дозы для использования осадков: от 1 т в Швеции, до 4 т/га в Канаде, но в большинстве случаев не выше 2 т/га. Однако для овощных и плодовых культур и многих луговых трав и эти дозы неприемлемы. Для роста растений критическое содержание Cu, Ni и Zn составляет более 20, более 50 и более 200 мг/кг, соответственно.

ПДК для кадмия в зерне пшеницы и в зеленых кормах, включая райграс, травяной силос и ботву, составляет в ФРГ, соответственно, 0,24 и 0,5 мг/кг.

К наиболее разработанным мерам детоксикации осадков можно отнести их компостирование с торфом, добавление извести, добавление фосфатов и цеолитов для снижения поглощения растениями тяжелых металлов.

Некоторые ученые предлагают также послойное компостирование ОСВ с заделыванием его фрезой, которое создает эффективный баланс почвы, осадка, воздуха и влаги и не вредит урожаю даже при высоких дозах.

В США при компостировании осадков добавляют различные растительные остатки, снижающие концентрации тяжелых металлов. Например, при добавлении к осадку шелухи арахиса, древесной стружки и листьев содержание в нем цинка снижается в среднем с 980 до 756 мг/кг, меди – с 420 до 65–300, свинца - с 425 до 290, кадмия - с 10 до 7,4–8 мг/кг.

Осадки сточных производственных вод не всегда могут использоваться в качестве удобрения в сельском хозяйстве или при озеленении городов. Основными сдерживающими факторами часто являются

неудовлетворительные физические свойства ОСВ и наличие в ряде случаев повышенного содержания ТМ.

Поэтому при использовании ОСВ происходит загрязнение агроценозов, что ведёт к снижению их устойчивости, плодородия, развитию деградационных процессов и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции. Для предотвращения деградации почв, загрязненных или потенциально подверженных загрязнению ТМ, необходимо проведение специальных мероприятий, которые можно свести к двум группам – профилактические и реабилитационные.

Профилактические мероприятия предназначены для предотвращения загрязнения сельскохозяйственных земель и должны базироваться на совершенствовании технологий производства, создании замкнутых технологических схем, разработке экологически ориентированных агротехнологий, а также на регламентировании и контроле качества удобрений и мелиорантов, вносимых в почву.

Реабилитационные мероприятия применяются для ликвидации последствий уже сложившегося загрязнения и являются мероприятиями по санации почвы.

По вопросу доступности тяжелых металлов, вносимых с ОСВ, культурным растениям имеется обширная, но достаточно противоречивая информация, ибо ее нельзя рассматривать как постоянную величину, не зависящую от условий среды. Результаты большинства полевых и вегетационных опытов сводятся к тому, что накопление металлов растениями существенно зависит от формы загрязнения почв и количества загрязняющих веществ. Однако прямая зависимость между этими факторами чаще обнаруживается для кадмия, цинка, меди и реже для свинца, хрома и никеля. В отношении кадмия доказано, что растения не накапливают его выше почвенных концентраций, для свинца существует барьер «почва – растение», делающий его недоступным для поглощения растениями из ОСВ.

На карбонатных почвах риск накопления в пищевой цепи минимальный, так как увеличение в них этого металла практически не отражается на содержании его в растениях. При рН выше 6 отмечается вероятность снижения токсических воздействий на растения никеля, цинка, меди. Поглощение же растениями свинца и хрома от этого фактора среды зависит мало. Доступность металлов растениям снижается при высоком содержании в почве гуминовых кислот, а также при преобладании в них оксидов железа или глинистых минералов.

Для уменьшения или ликвидации техногенного загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами следует использовать физико-химические, биологические и комплексные методы мелиорации почв, применение которых позволит:

- ✓ оптимизировать водный режим почв, снизить подвижность токсикантов;
- ✓ довести реакцию среды до оптимального уровня, при котором подвижные соединения тяжелых металлов переходят в недоступную для сельскохозяйственных культур форму;
- ✓ сократить поступление тяжелых металлов в выращиваемые растения с помощью элементов-антагонистов;
- ✓ создать искусственные биогеохимические барьеры с помощью фитомелиорации и химических мелиорантов, обеспечивающие снижение концентрации в почве подвижных форм тяжелых металлов.

Санацию почв можно проводить *методами очистки и детоксикации*. Первая группа методов основана на извлечении ТМ из почвы.

Очистка почв от ТМ – совокупность приемов, методов, направленных на создание в загрязненных почвах условий, способствующих и приводящих к уменьшению концентрации ТМ или доводящих их содержание в почве до фонового уровня. Она может производиться путем промывок, извлечения ТМ из почвы с помощью растений (фитомелиорация или фитоэкстракция), удаления верхнего загрязненного слоя (рекультивация) и иными способами.

Второе направление в санации почвы – детоксикация.

Детоксикация почв от ТМ – совокупность приемов, методов, приводящих к ослаблению или полному освобождению от токсического действия ТМ, а также создание в почвах благоприятных условий для ее самоочищения. Проводится путем применения агромелиоративных приемов (глубокая вспашка, рыхление, щелевание и т.д.), внесения органических и минеральных удобрений, сорбент-мелиорантов.

На практике наибольшим распространением пользуются земли с допустимым и умеренным уровнями загрязнения почв. Как правило, это земли, подвергающиеся воздействию рассеянных источников (аэрогенные, гидрогенные и др.), регулирование качества которых не представляется возможным. В этих условиях необходимо проведение мероприятий по предупреждению (профилактике) загрязнения почв. Наиболее перспективными являются методы, приводящие к компенсирующим результатам. В зависимости от уровня загрязненности почв из биологического кругооборота выводятся загрязнители в количестве, равном или несколько превышающем их поступление в агробиоценозы. Разработка этих методов является актуальной задачей, особенно по разработке способов и методов детоксикации дерново-подзолистых супесчаных почв, загрязненных тяжелыми металлами после применения органических удобрений на основе ОСВ. Основными загрязнителями являются медь, цинк, свинец, кадмий и др.

Полевые и лабораторные исследования проводятся в двух направлениях:

✓ иммобилизация ТМ в почве путем комплексного внесения мелиорантов с повышенной нейтрализующей и сорбционной способностью для получения экологически безопасной продукции;

✓ подбор культур–фитомелиорантов для выноса ТМ из почвы.

Предложенная система природоохранных мероприятий предназначена для выбора на предварительном этапе методов санации сельскохозяйственных земель, позволяющих ликвидировать загрязнение почв ТМ или перевести земли в более низкую категорию загрязненности. В рамках исследований по иммобилизации ТМ в почве и снижения поступления их

в сельскохозяйственные растения выполнены полевые опыты, в которых оценивалось влияние физико–химических мелиорантов на агроэкологические параметры почвы и на поступление ТМ в растениеводческую продукцию. Высокая перспективность применения этих мелиорантов указана в литературе.

Меры должны быть направлены, главным образом, на увеличение прочности закрепления ТМ почвой, поскольку, как установлено, фитотоксическое действие металлов и их переход в растения зависят не столько от концентрации металлов в почве, сколько от их подвижности и способности переходить в доступные растениям формы. Применяя различные мелиорирующие средства, можно иммобилизовать ТМ в почве и тем самым снизить их поступление в растения.

4.3 Агроэкологическая оценка и безопасность отходов, используемых в качестве органического удобрения в сельском хозяйстве

При определении возможности применения отходов в качестве удобрений необходимо проведение экспериментальных исследований, подтверждающих их удобрительную ценность и экологическую безопасность. Ниже представлена типовая программа, а также примеры исследований по данной тематике.

Определение ценности отхода как удобрительного материала и оценка степени его экологической опасности являются основанием для установления принципиальной возможности использования отходов в качестве удобрений для сельскохозяйственных культур.

В общем виде такая программа, несмотря на различие изучаемых материалов, является достаточно однотипной и может включать ряд этапов.

На первом этапе исследований:

✓ определяется полный химический состав, бактериологические, микробиологические и другие свойства отходов, оценка которых позволяет дать предварительное заключение о потенциальной удобрительной ценности (об этом свидетельствует наличие и количество биогенных элементов,

содержание органического вещества) и опасности (содержание тяжелых металлов и других загрязнителей, повышенная кислотность, неблагоприятные микробиологические показатели и т.д.). Особое внимание следует обратить на стабильность состава и свойств отходов в зависимости от технологического процесса, условий и сроков их хранения (см. табл. 6-8).

Таблица 6

**Химический состав птичьего помета
(обобщённые данные ВНИИА и ВНИПТИОУ)**

Вид помета	Влажность, %	Содержание, % на сырое вещество				
		органическое вещество	зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Подстилочный	40	54	6	2,00	1,81	0,97
Сухой	14	80	6	4,10	3,90	2,00
Полужидкий	85	11	4	0,90	0,90	0,30
Жидкий	95	4	1	0,28	0,26	0,10
Стоки	98	1,8	0,2	0,12	0,11	0,06

Содержание тяжелых металлов в птичьем помете, являющемся отходом ОАО «Агрофирма «Птицефабрика Сеймовская» Нижегородской области, представлено в таблице 7.

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов в птичьем помете

Показатель	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Mn	Cd	Pb
Содержание, мг/кг сухого вещества	21,3	48,7	3,9	8,4	2,7	127,0	0,89	8,7
Содержание, мг/кг помета 70 % влажности	6,4	14,6	1,2	2,5	0,7	38,1	0,27	2,6

✓ проводится оценка воздействия отходов на живые организмы – биотесты, в качестве которых используются одноклеточные водоросли, инфузории или дафнии, а также сельскохозяйственные культуры в период прорастания (наиболее уязвимая фаза органогенеза);

✓ определяется общая токсичность субстратов, созданных на основе почвы и изучаемого отхода.

На втором этапе исследования:

✓ проводятся модельные лабораторные и вегетационные опыты, что позволяет получить предварительные результаты о влиянии отхода на растения и на агроэкологические свойства почвы. При определении последних (показателей состояния почвы), кроме стандартных химических показателей, следует провести оценку микробоценоза, так как зачастую утилизация отхода вызывает микробиологический стресс (показатели биологической активности почвы вполне адекватно отражают уровень опасности отхода);

✓ прогнозирование кислотной нагрузки на почвенно-биотический комплекс, расчет баланса элементов питания и токсикантов в системе и т.д.;

✓ выполнение экспертной оценки воздействия планируемой утилизации отхода на сопредельные среды (поверхностные и грунтовые воды, воздух и пр.).

На третьем этапе исследования следует провести:

✓ полевые опыты (не менее 3-х лет), задачей которых является оценка фактического воздействия отходов на урожайность, качество и безопасность растениеводческой продукции, свойства почвы и состояние окружающей среды;

✓ производственные испытания в условиях, близких к тем, в которых предполагается утилизация отходов.

Только на основе результатов таких полномасштабных работ можно вынести решение о возможности использования отходов в качестве удобрений. В случае, если это решение вынесено, *следует разработать безопасную технологию утилизации*. При этом на площадях, где утилизацию предполагается осуществлять регулярно (например, если речь идет о возможности использования отхода переработки, поставляемого в окружающую среду регулярно – осадки сточных вод, следует предусмотреть

жесткий контроль путем проведения мониторинговых исследований как за состоянием компонентов окружающей среды, так и за качеством получаемой растениеводческой продукции.

Основная цель санации – повысить устойчивость почв (сопряженно и растений) к действию ТМ, ограничить их миграцию в сопредельные среды и снизить отрицательное воздействие на почвенный микробиоценоз. При выполнении задачи по восстановлению загрязнённых ТМ почв необходимо исходить из теоретических предположений о формах соединений металлов и их трансформации в почвах. ТМ находятся в почве в разнообразных химических формах: водорастворимых, неспецифически обменно-адсорбированных, специфически обменно-адсорбированных, удерживаемых на нерастворимом органическом материале, приципитатов (карбонатов, сульфидов, фосфатов и т.д.), удерживаемых на поверхности или окклюдированных внутри оксидов железа, алюминия, марганца.

Глинование как фактор мелиорации почв

Одним из приёмов снижения фитотоксичности металлов в почвах является глинование, так как глинистые или тяжёлосуглинистые почвы обладают большей поглотительной способностью. Сорбция ТМ минералами уменьшается с увеличением кислотности почвы. Почвам с высоким рН (нейтральным и слабощелочным), содержащим значительное количество глинистых минералов, карбоната кальция и органического вещества, принадлежит решающая роль в защите растений от влияния избыточной концентрации ТМ. Переводя в малоактивное состояние всё или значительное количество элементов – загрязнителей, такие почвы или полностью освобождают растения от контакта с загрязнителями, или делают эти контакты менее опасными.

Известкование как фактор химической мелиорации кислых почв

Известкование нейтральной почвы с целью снижения подвижности и фитотоксичности металлов обычно не приводит к положительным результатам. Данный приём целесообразен только на почвах с повышенной

концентрацией водорода, подвижного алюминия, железа, марганца. Защитное действие извести на почвах, обладающих ярко выраженной фитотоксичностью, обусловленной существенным содержанием ТМ и их подвижностью, проявляется в результате позитивных изменений в почвенной системе на разных уровнях – химическом, физическом и биологическом.

В последнее время много публикаций о неоднозначном воздействии рН почвы на биодоступность металлов. Результаты проведённых опытов утверждают, что известкование почвы приводит к увеличению рН почвенного раствора и способствует закреплению кадмия почвой, но в то же время подщелачивание почвы заметно снижает стабильность металлов за счёт процессов химической и биологической сорбции.

Таким образом, при изменении рН одновременно происходят процессы иммобилизации и хелатирования металлов в подвижные соединения. Величина рН причислена к главным факторам, регулирующим процесс поступления ТМ из почв в растения. Нужно отметить, что существуют металлы, которые в силу своих химических свойств при нейтрализации среды образуют подвижные соединения. К ним относятся молибден и хром, образующие в щелочной среде растворимые соли молибденовой и хромовой кислот. Установлено также, что кадмий наиболее подвижен в кислых почвах в интервале рН 4,5–5. Сорбционная ёмкость почв относительно кадмия в интервале рН от 4 до 7 при увеличении рН на единицу возрастает примерно в 3 раза. Внесение извести способствует иммобилизации ТМ и снижению их доступности для растений.

По обобщённым результатам исследований при внесении извести по полной гидролитической кислотности в загрязнённую почву содержание свинца, кадмия и других токсичных ТМ в растениях снижается примерно на 50 %. При этом известкование почв с целью снижения поступления ТМ в растения проводят на основе иных методических подходов, чем те, которые приняты в настоящее время для сельскохозяйственных культур. На загрязнённых участках известь вносят с целью достижения реакции

почвенной среды, соответствующей значениям рН 6,3–6,5 в солевой суспензии. При более высоких значениях рН внесение известковых удобрений считается нецелесообразным, в частности, невозможно ожидать их действия на нейтральных или щелочных почвах. Металлы, которые присутствуют в почве преимущественно в форме высокомолекулярных органических хелатов, могут оставаться растворимыми даже после сильного известкования. Такое явление установлено для меди, цинка и хрома.

Фактор органического вещества почвы

Другой очень важной частью почвы является органическое вещество, так как ТМ хорошо адсорбируются органическим веществом почвы. Эта составная часть почвы характеризуется большой водоудерживающей, катионной и аниопоглощающей способностью. В то же время определённые органоминеральные соединения некоторых металлов могут обладать высокой подвижностью. В виде таких комплексов они хорошо мигрируют с почвенной влагой и могут поступать в растения. Значит, на подвижность металлов в почве сильно влияет концентрация в ней органического вещества. Переход элементов в малоподвижную форму протекает интенсивно в почвах с высоким его содержанием.

Таблица 8

Химический состав осадков сточных вод и мелиорантов

Показатели	ОСВ	ВК	Цеолит	Глина	Известь
Зольность, %	66,8	44,4	95,9	98,1	98,7
Влажность, %	46,2	30,6	7,5	2,8	2,4
рН _{КСЛ}	5,9	6,4	6,5	4,5	8,2
N общ, %	1,27	1,55	-	-	-
P ₂ O ₅ общ, %	2,22	1,07	0,22	0,25	0,16
K ₂ O общ, %	0,51	0,37	1,27	0,70	0,64
N-NO ₃ мг/100г (водная вытяжка)	121,1	292,2	-	-	-
P ₂ O ₅ мг/100г (вытяжка 0,2М НСl)	711,0	392,6	-	-	-
K ₂ O мг/100г (вытяжка 0,2М НСl)	70,0	59,4	-	-	-

Важную роль в защите сельскохозяйственных растений от поступления в них из почв ТМ играют непосредственно органические удобрения. Благодаря их внесению повышается буферность и поглощательная способность почвы, а также ее способность переводить ТМ в необменные формы (органическое вещество почвы значительно сильнее фиксирует ТМ, чем её минеральные компоненты).

Имеется много данных, свидетельствующих о том, что при внесении органических удобрений происходит иммобилизация в почве ТМ. В Гонконгском университете изучали возможность снижения содержания свинца в растениях (редисе и капусте) путём использования различных мелиорирующих средств: свиного навоза, компоста из бытового мусора, фосфорных удобрений и хелатных соединений. По результатам наблюдений, наибольший эффект дало внесение органических удобрений. В вариантах с внесением навоза и компоста поступление свинца из почвы в растения снизилось соответственно в 5 и 7 раз. Остальные мелиорирующие средства (фосфорные удобрения, хелаты) были менее эффективны.

Таблица 9

Минеральный состав цеолита, %

Клиноптилолит	40
Монтмориллонит	10
Кварц	15
Гидрослюды	8
Полевые шпаты	следы
Кристобалит + аморфная фаза	25
Кальцит	2

ОСВ характеризуется слабокислой реакцией (рН водной вытяжки 6,4), высоким содержанием кислоторастворимого фосфора (711 мг/100 г), и низким содержанием кислоторастворимого калия (70,0 мг/100 г) (табл. 8).

В работе использовался вермикомпост (ВК) на основе навоза КРС. ВК содержит 21,5% органического углерода, характеризуется высоким содержанием нитратного азота (292,2 мг/100 г), в его состав входит значительное количество доступного фосфора (392,6 мг/100 г). Цеолиты (цеолитсодержащие туфы) Хотынецкого месторождения Орловской области характеризуются минеральным составом, представленным в таблице 9.

Таблица 10

Содержание катионов Ca, Mg, K и Na в ОСВ и мелиорантах, г/кг

Вид мелиоранта	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
ОСВ	18,31	2,27	2,11	0,26
Глина	6,70	2,96	2,90	0,25
ВК	22,66	4,82	1,54	1,79
Цеолит	44,16	7,86	5,29	1,84
Известь	276,93	25,39	2,66	2,92

ОСВ и мелиоранты содержат в своем составе различные катионы (табл. 10). Наибольшее количество кальция, магния и натрия содержит известь, наибольшее количество калия содержит цеолит.

Контрольные вопросы и задания к главе 4

1. Что такое нормирование и какую проблему оно решает в охране почв?
2. Назовите основные позиции первого этапа исследований по установлению принципиальной возможности использования отхода в качестве удобрения.
3. Назовите основные позиции второго этапа исследований по установлению принципиальной возможности использования отхода в качестве удобрения.
4. Назовите основные позиции третьего этапа исследований по установлению принципиальной возможности использования отхода в качестве удобрения.

5. Какие природоохранные меры должны быть направлены на увеличение прочности закрепления ТМ почвой?

6. Назовите основные факторы мелиорации почв загрязнённых ТМ.

7. Назовите методы и приемы санации почв, приводящие к уменьшению токсического действия ТМ.

8. Какие три критерия необходимо учитывать при оценке различных способов санации почв загрязнённых ТМ?

9. Почему реабилитация почв с помощью растений (фиторемедиация) является самым дешевым и экологически безопасным приёмом?

10. Почему в почве образуются формы высокомолекулярных органических хелатов – меди, цинка и хрома?

11. Назовите методы, которые приводят к уменьшению или ликвидации техногенного загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами.

12. Какие методы детоксикации почв могут оптимизировать водный режим почв, снизить подвижность токсикантов?

13. Какие методы детоксикации почв могут довести реакцию среды до оптимального уровня, при котором подвижные соединения тяжелых металлов переходят в недоступную для сельскохозяйственных культур форму?

14. Какие методы детоксикации почв могут создать искусственные биогеохимические барьеры, обеспечивающие снижение концентрации в почве подвижных форм тяжелых металлов?

15. Для чего необходимо знать и в дальнейшем учитывать химический состав осадков сточных вод и мелиорантов?

16. Какое действие и последствие оказывают ОСВ и мелиоранты на показатели плодородия пахотного слоя почвы?

17. Какие агроэкологические критерии необходимы для получения безопасной сельскохозяйственной продукции?

18. Какие органические удобрения на основе осадков сточных вод вам известны?

19. Почему при совместном действии органических удобрений и мелиорантов происходит уменьшение содержания ТМ в сельскохозяйственной продукции?

20. Назовите критерии для выявления масштаба миграции и степени загрязнения почвы.

21. Почему внесение ОСВ совместно с детоксикантами приводит к увеличению урожая сельскохозяйственных культур?

Глоссарий

Активный ил – избыточная биомасса микроорганизмов, осуществляющих биологическую очистку сточных вод.

Аэротенк – сооружение, предназначенное для биологической очистки сточных вод, жидкой фракции бесподстилочного навоза (помета) от органических загрязнений.

Биологическая очистка – метод очистки сточных вод, жидкой фракции бесподстилочного навоза (помета), при котором происходит минерализация органических веществ микроорганизмами.

Вермикомпост – органическое удобрение, полученное в результате переработки органических отходов с использованием культуры червей.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с их происхождением, свойствами и технологией обращения.

Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

Доза внесения органического удобрения – количество органического удобрения, вносимого под сельскохозяйственную культуру за один прием.

Качество отходов – совокупность свойств отходов, обуславливающих их пригодность к реализуемым способам обращения с ними.

Класс опасности (токсичности) отходов – числовая характеристика отходов, определяющая вид и степень его опасности (токсичности).

Компетентный орган при обращении с отходами – специально уполномоченный федеральный или территориальный орган по охране окружающей среды в сфере обращения с отходами, который в соответствии с положением о нем наделяется полномочиями по охране окружающей среды, природных ресурсов и который осуществляет координацию деятельности других специально уполномоченных органов в сфере обращения с отходами.

Компост – органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения.

Компостируемый мусор – удобрение, полученное при компостировании мусора органического происхождения.

Нагрузка на окружающую среду – истощение природных ресурсов, накопление отходов, сбросов и выбросов, эксплуатационные воздействия.

Обезвреживание отходов – обработка отходов, имеющая целью исключение их опасности или снижение ее уровня до допустимого значения.

Обеззараживание органических отходов – освобождение перерабатываемых в органическое удобрение органических отходов от возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний. Обеззараживание органических отходов считают эффективным при отсутствии в 10 г (куб. см) пробы кишечных палочек, стафилококков, энтерококков или аэробных спорообразующих микроорганизмов в зависимости от вида возбудителей инфекционных болезней при трехкратном исследовании.

Обработка отходов – деятельность, связанная с выполнением каких-либо технологических операций, которые могут привести к изменению физического, химического или биологического состояния отходов для обеспечения последующих работ по обращению с отходами или их утилизации.

Опасные отходы – отходы, существование которых и (или) обращение с которыми представляет опасность для жизни, здоровья человека и окружающей природной среды.

Органическое удобрение – удобрение, содержащее органические вещества растительного или животного происхождения.

Осадки сточных вод – твердая фракция сточных вод, состоящая из органических и минеральных веществ, выделенных в процессе очистки сточных вод методом отстаивания (сырой осадок), и комплекса микроорганизмов, участвовавших в процессе биологической очистки

сточных вод и выведенных из технологического процесса (избыточный активный ил).

Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Почва – природное образование, слагающее поверхностный слой земной коры и обладающее плодородием.

Предотвращение загрязнения – использование процессов, практических методов, технологий, материалов, продукции, услуг или энергии для предотвращения, сокращения или контроля (отдельно или в комбинации) образования, выброса или слива всех видов загрязнения или отходов с целью сокращения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Природоохранное направление рекультивации земель – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в природоохранных целях.

Прямое действие органического удобрения – влияние органического удобрения на свойства почвы, урожайность и качество продукции сельскохозяйственной культуры, под которую оно внесено непосредственно.

Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Свойства отходов – качественная определенность отходов рассматриваемого вида, соответствующая данному промежутку времени и проявляющаяся как способность этих отходов к известной смене состояний или пребыванию в известном состоянии за этот промежуток времени.

Эффективность применения органического удобрения – показатель, характеризующий степень положительного влияния органического

удобрения на плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственной культуры и качество продукции.

Библиографический список

1. **Черников, В. А.** Агрэкология. Методология, технология, экономика : учебник / В. А. Черников, И. Г. Грингоф, В. Т. Емцев [и др.] – М.: Колос, 2004. – 400 с. – ISBN 5-9532-0078-1.

2.2. **Черников, В. А.** Агрэкология : учебник / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев [и др.]; Под ред. В. А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с. – ISBN 5-10-003269-3.

3. **Титова, В.И.** Обоснование использования отходов в качестве материального ресурса в сельскохозяйственном производстве / В.И. Титова, М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2009. – 177 с.

4. **Фокин, А.Д.** Сельскохозяйственная радиология / А.Д. Фокин, А.А. Лурье, С.П. Торшин. – М.: Дрофа, 2005. – 368 с.

5. **Лурье, А.А.** Сельскохозяйственная радиология и радиэкология / А.А. Лурье. – М.: Издательство МСХА, 2007. – 220 с.

6. **Алексахин, Р.М.** Сельскохозяйственная радиэкология / Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. [и др.]. – М.: Экология, 1991. – 398 с.

7. **Торшин, С. П.** Практикум по сельскохозяйственной радиологии / С.П. Торшин, Г.А. Смолина, А.С. Пельтцер. – М.: РГАУ-МСХА, 2004. – 82 с.

8. **Сорокин, Н. Д.** Справочник нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения экологической безопасности. – СПб: Интеграл, 2006. – 420 с.

9. **Гринин, А.С.** Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : учебное пособие / А.С. Гринин, В.Н. Новиков. - М.: «Гранд-Фаир», 2002. – 335 с.

10. **Гарин, В.М.** Обращение с опасными отходами : учеб. пособие / В.М. Гарин, Н.Н. Жукова, А.П. Мясников [и др.]. – М.: Проспект, 2006. – 224 с.

11. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ.

12. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ.

13. СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.

14. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений».

Учебное издание

**Раскатов Вячеслав Андреевич
Андреева Ирина Викторовна
Ермаков Сергей Юрьевич
Таллер Евгений Борисович
Габечая Валерия Вячеславовна**

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Учебное пособие

Ответственный редактор

Подписано для размещения в Электронно-библиотечной системе РГАУ-МСХА имени К.А.
Тимирязева

Оригинал-макет подготовлен Издательством РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел. 8 (499) 977-40-64