ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 53123— 2008 (ИСО 10381-5: 2005)

КАЧЕСТВО ПОЧВЫ

Отбор проб

Часть 5

Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы

ISO 10381-5:2005
Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination
(MOD)

Издание официальное

БЗ 10—2008/372

Москва
Стандартинформ
2009

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова на основе аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 25 «Качество почв и грунтов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 543-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 10381-5:2005 «Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы» (ISO 10381-5:2005 «Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination»).

При этом дополнительные положения и требования, включенные в текст стандарта для учета потребностей национальной экономики Российской Федерации и особенностей российской национальной стандартизации, выделены курсивом

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2009

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Цели и задачи исследований . . . 2
5 Общая стратегия полевых исследований . . . 3
6 Предварительные исследования . . . 6
7 Планирование *полевых* (контактных) исследований . . . 11
8 Разведочные исследования . . . 17
9 Основные исследования участка . . . 21
Приложение А (справочное) Цели отбора проб . . . 25
Библиография . . . 26

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЧЕСТВО ПОЧВЫ

Отбор проб

Часть 5

Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы

Soil quality. Sampling. Part 5.
Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination

Дата введения — 2010—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает рекомендации, касающиеся методики исследования городских и промышленных зон, где подтверждено или предполагается загрязнение почвы.

Настоящий стандарт применяется:

- в случае, если необходимо установить уровень загрязнения участка или его экологическое качество для иных целей;
- на участках, где загрязнение почвы не ожидается, но необходимо определить качество почвы (например, чтобы удостовериться в отсутствии загрязнения);
- для оценки загрязнения почвы на любых участках, где необходимо оценить степень и масштаб загрязнения.

Примечания

1 Загрязнение определяется как результат воздействия человека, однако описанные методы исследования могут также применяться на любых участках с высокими природными концентрациями потенциально опасных веществ.

2 Некоторые цели отбора проб почв приведены в приложении А.

3 *Настоящий стандарт* не содержит рекомендаций по решениям и мероприятиям, принимаемым на основании полевых исследований (например, по оценке риска и принятию решений о требованиях к ремедиационным мероприятиям).

4 *Настоящий стандарт* касается только исследований почвы. Необходимо учитывать, что на старых городских и промышленных участках могут находиться заброшенные строения и/или промышленные предприятия, ожидающие сноса, демонтажа или восстановления. Отсутствие исследований этих зданий перед сносом может привести к риску загрязнения рабочих или распространения загрязнения по участку и за его пределами. Исследование заброшенных зданий или остатков фундаментов *не предусмотрено*.

5 Во многих случаях наблюдается тесная корреляция между загрязнением почвы, грунтовых вод, почвенных газов и, в меньшей степени, поверхностных вод.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 53091—2008 Качество почвы. Отбор проб. Часть 3. Руководство по безопасности

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому

Издание официальное

информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по [1], а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **концептуальная модель:** Представление или описание участка, включающее все *сведения* об участке (например, загрязнение, геологию, свойства почвы, экологическую обстановку) и, при необходимости, указывающее возможные пути загрязнения различных объектов в настоящем и будущем.

4 Цели и задачи исследований

4.1 Общие положения

Настоящий стандарт определяет структуру различных этапов и стадий в исследованиях почв. Определение условий загрязнения используется для оценки риска и, в случае необходимости, выбора и применения соответствующих методов ремедиации. Требования к информации по конкретным вопросам приведены в [2] — [5].

4.2 Цели и задачи исследования могут меняться в широких пределах, однако обычно включают в себя определение и оценку:

- рисков для лиц, использующих участок, и в случае реконструкции, для будущих владельцев или арендаторов;
- рисков для окружающей среды, в том числе окружающих почв, грунтовых вод, экосистем и здоровья населения;
- возможных рисков для сотрудников, участвующих в исследованиях, ремедиации, модернизации или эксплуатации участка;
- возможности неблагоприятных воздействий на строительные материалы.

Основные цели исследования определяют *следующие* задачи:

- определение необходимости неотложных мер для защиты объектов, подверженных воздействию загрязнения;
- идентификация соединений, которые представляют или могут представлять угрозу для одного или более существующих или будущих объектов загрязнения;
- определение объектов загрязнения (например, людей, экосистем, подземных вод), подвергаемых риску в настоящее время или в будущем;
- определение путей возможного загрязнения конкретных объектов загрязнения;
- сбор информации для оценки рисков;
- сбор информации для обеспечения планирования защитных или ремедиационных мероприятий;
- характеристика загрязненных материалов для обеспечения безопасного и надлежащего обращения и обезвреживания;
- обеспечение контрольных данных для сравнения и оценки проведенных ремедиационных мероприятий;
- обеспечение оценки возможного воздействия продолжающегося использования участка на качество почвы;
- сбор информации для оценки риска ущерба окружающей среде и его влияния на стоимость земли.

Эти обобщенные задачи преобразуют в конкретные требования в зависимости от целей исследования.

Пример — Полевые исследования для поиска участка под жилищное строительство могут иметь одну или несколько целей:

- установление истории участка и возможности загрязнения;

- определение природы, степени и распространения существующего или ожидаемого загрязнения в пределах участка;

- определение возможности миграции загрязнения за границы участка, в том числе в поверхностные и грунтовые воды (что может указывать на наличие легальных источников ущерба окружающей среде);

- определение всех источников непосредственной опасности для здоровья населения и окружающей среды;

- определение ограничений предполагаемого строительства (риски для людей и окружающей среды) и необходимых ремедиационных работ и сбор информации для оценки стоимости строительства;

- сбор информации для составления полного интерпретированного отчета, содержащего выводы, рекомендации и бюджетную стоимость ремедиационных мероприятий.

5 Общая стратегия полевых исследований

5.1 Общие положения

Определение площади загрязненной территории и особенно оценка связанных с загрязнением рисков для людей и окружающей среды могут представлять определенные сложности. В связи с этим определение, качественная и количественная оценка рисков, связанных с загрязнением земель, должны представлять собой последовательный процесс, включающий в себя отдельные этапы (со своими конкретными целями) с тем, чтобы получить значимую информацию *о возможных загрязнениях*. Цели *определяются* для каждого этапа, требования к будущим исследованиям пересматриваются по мере продвижения исследований и процесса оценки.

Основными этапами являются:

- предварительные исследования (см. 5.2);
- разведочные исследования (см. 5.3, разделы 7 и 8);
- основные полевые исследования (см. 5.4, разделы 7 и 9).

Соотношение между этими этапами показано на рисунке 1.

После этапа основных полевых исследований могут понадобиться дополнительные исследования с тем, чтобы получить значимую информацию для выбора методов ремедиации или планирования ремедиационных и строительных работ.

По окончании любого этапа исследований составляется отчет.

На любом этапе стратегия исследований определяется целями исследований. Например, различные требования к проведению полевых исследований: с целью продажи участка, выявления возможного загрязнения или его реконструкции будут влиять на размещение точек отбора проб и число отбираемых проб, а следовательно, и на стоимость исследований.

Перед началом любого этапа исследований важно определить требования к типу, объему и качеству (например, аналитическому качеству) полученных данных и другой собираемой информации. Данные требования будут зависеть от характера решений, которые должны приниматься по результатам исследований, и требуемого уровня надежности решений. Отсутствие целей в области качества данных может привести к непроизводительной трате денег, например, в случае, если собранные данные непригодны или недостаточны для надежной оценки риска, или к значительной неопределенности в разработке концептуальной модели для конкретного участка (см. 6.5).

При определении стратегии следует учитывать применимость и использование полевых методов анализа.

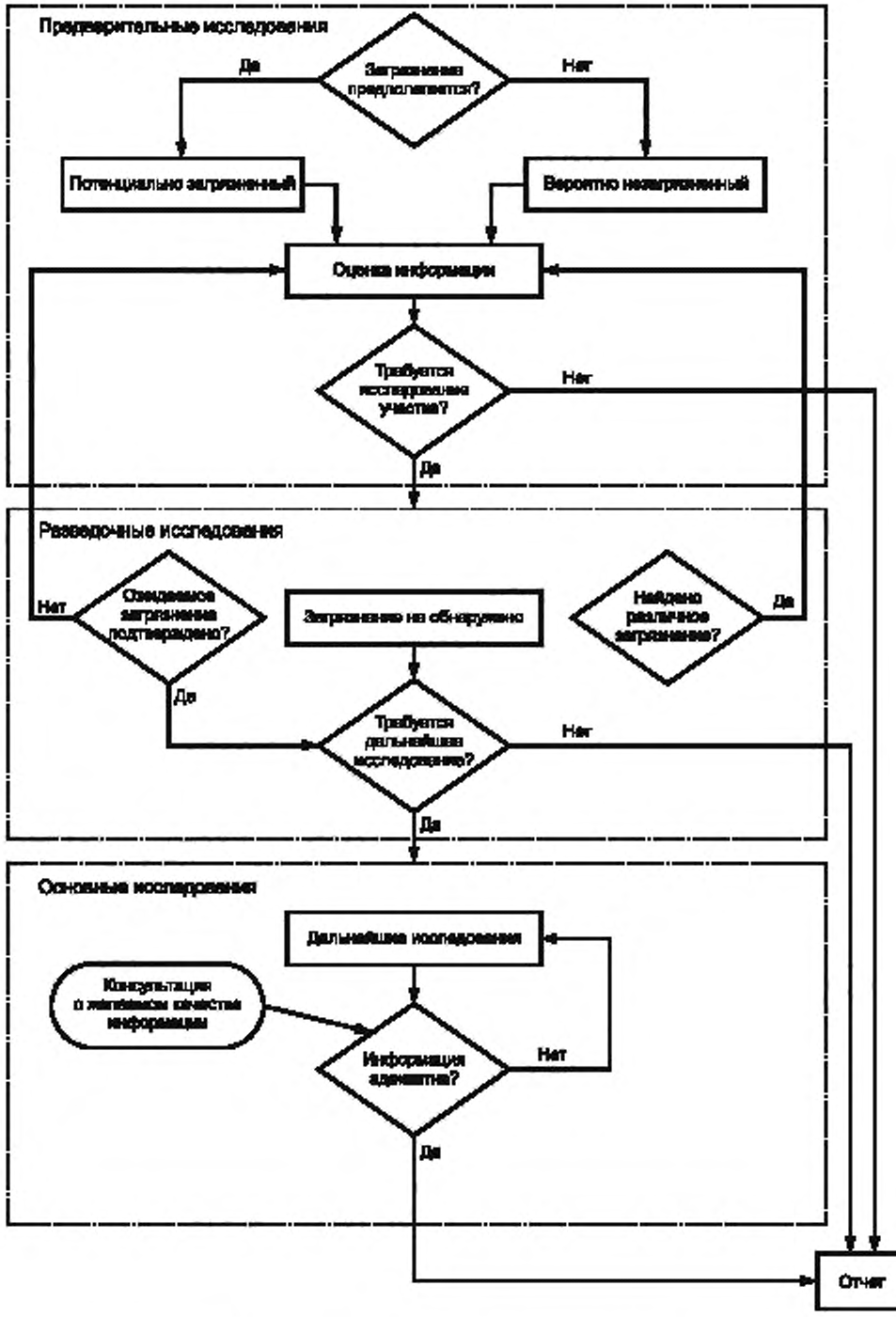

Рисунок 1 — Схема этапов исследования участка

5.2 Объем предварительных исследований

Предварительные исследования включают в себя лабораторные исследования и разведку (обзорное обследование) участка. Они осуществляются на основе архивных данных и других источников информации о прошлом и настоящем использовании участка, а также о локальных свойствах почв, геологии, гидрогеологии и экологической обстановке.

На основании предварительных исследований может быть сделан вывод о возможности загрязнения, а также выдвинуты предположения о природе, месте и распределении загрязнения.

Эти предположения являются компонентами общей концептуальной модели, которая должна быть разработана для участка и охватывать не только загрязнение, но также вопросы геологии, почвоведения, гидрогеологии, геотехнических свойств почв и экологической обстановки. Важным аспектом концептуальной модели также является настоящее и предполагаемое использование участка.

Предварительные исследования должны обеспечить получение достаточной информации:

- для окончательного вывода о возможных рисках для людей и других объектов загрязнения в настоящем и будущем;
- для принятия решения о необходимости продолжения исследований.

Количество и характер необходимой информации зависят от целей исследований, а объем необходимых работ будет зависеть от *продолжительности использования* участка, геологии и др.

Следует *предусмотреть*, что загрязнение участка может оказаться сложнее, чем было предварительно указано (например, в связи с его использованием в настоящее время), и на стадии предварительных исследований должна быть собрана достаточная информация по истории участка.

5.3 Объем разведочных исследований

Разведочные (пробные) исследования включают в себя полевые исследования, в том числе отбор проб почвы или насыпного грунта, поверхностных и грунтовых вод и, при необходимости, почвенных газов, а также последующий анализ или тестирование собранных проб. Полученные данные используются для оценки правильности предположений, основанных на предварительных исследованиях, и, при необходимости, для исследования других аспектов концептуальной модели. Это скорее качественное, чем количественное исследование, включающее в себя обычно анализ лишь небольшого числа проб.

В некоторых случаях дальнейшие исследования могут не понадобиться, если выдвинутые предположения получили подтверждение.

Однако разведочные исследования могут показать, например, что характер загрязнения более сложен или концентрации загрязняющих веществ выше, чем это предполагалось ранее, и представляют или могут представлять опасность. Тогда полученная информация может быть недостоверной или недостаточной для принятия решений на удовлетворительном уровне достоверности. В этом случае для получения достаточной информации для оценки всех рисков, определения необходимости защитных или ремедиационных мероприятий и, в случае необходимости, выбора, планирования и осуществления этих мероприятий, требуется проведение основных исследований участка.

5.4 Объем основных полевых исследований

Основные полевые исследования проводятся для определения количества и пространственного распределения загрязняющих веществ, их подвижных или мобилизуемых фракций и возможности распространения в окружающей среде, *учитывая* возможное развитие ситуации в будущем.

Для того чтобы получить информацию, необходимую для полной оценки рисков, связанных с *причинением вреда здоровью* людей и другим потенциальным объектам загрязнения, а также определить соответствующие меры по ограничению загрязнения или ремедиации с предварительной оценкой их стоимости, должны быть проведены отбор и анализ проб почвы или насыпного грунта, поверхностных и грунтовых вод и почвенных газов. Анализ проб может быть основан на модельных расчетах и дистанционных методах исследования (без отбора проб). Детальная разработка защитных или ремедиационных мероприятий может потребовать дальнейших исследований.

Количество и характер информации, необходимой для основных полевых исследований (или их отдельных этапов), меняются в зависимости от участка и целей исследования. Принятые решения о необходимых мероприятиях зависят от конкретного участка. Количество и качество необходимой информации также меняется в зависимости от *характера* принимаемых решений (например, оценка риска или решение о необходимости и типе ремедиационных мероприятий). *Полученная* информация должна быть полностью доступна для всех, участвующих в принятии решений.

Анализ полученной информации, включая оценку всех рисков, должен быть достаточен для определения необходимости защитных или ремедиационных мероприятий и общих выводов о типе необходимых мероприятий.

6 Предварительные исследования

6.1 *Общие положения*

Предварительные исследования служат для получения *сведений* о значимости информации, ее точности и надежности и для рассмотрения неопределенностей и пробелов в *сведениях* и их значимости для целей исследования.

Предварительные исследования включают в себя:

- лабораторные исследования, в которых собирается и анализируется информация об истории и других значимых аспектах участка;
- разведку участка (обследование, общий обзор);
- разработку концептуальной модели участка, включающей в себя:

формулировку гипотез о возможном типе (типах) и условиях загрязнения;

пути миграции (в пределах участка и за его пределами), пространственное и временное распределение загрязнителей;

предположения, касающиеся других аспектов участка, таких как гидрология;

заключения о необходимости неотложных мероприятий по защите людей или окружающей среды (например, установка ограждений, удаление поверхностных отложений).

Цели предварительных исследований должны быть сформулированы до начала исследований с тем, чтобы обеспечить необходимый охват (например, источники информации).

В большинстве случаев можно предварительно оценить риски (возможные) для людей и других объектов загрязнения.

Собранная информация также должна позволить:

- планирование последующих этапов контактного исследования для минимизации рисков дальнейшего распространения загрязнения или образования новых путей миграции загрязняющих веществ (например, шурфов и скважин);
- использование достаточно безопасных методов работы в ходе полевых исследований по *ГОСТ Р 53091*.

Минимальные сведения, подлежащие сбору в ходе предварительных исследований, указаны в 6.2 и 6.3, методы получения информации указаны в 6.4. Руководство по представлению результатов предварительных исследований приведено в 6.6.

6.2 Информация о прошлом и настоящем использовании участка

Быстрый рост городских зон привел к поглощению бывших сельскохозяйственных территорий и *изменению способа* использования существующих городских земель. Поэтому загрязнение городских территорий часто является результатом промышленного процесса, имевшего место на участке или поблизости, и сведения, собираемые о городских и промышленных зонах, *аналогичны*.

Данные, собранные о прошлом и настоящем использовании участка, должны по возможности *содержать* сведения *о* (с учетом соответствующих ограничений, связанных с целями исследования):

- любых разработках месторождений или строительстве на участке или поблизости;
- любых мероприятиях, имевших место в прошлом, и материалах (с описанием химического состава), использованных в связи с промышленными, строительными или другими видами деятельности на участке;
- промышленных и других видах деятельности, являвшихся (или являющихся) потенциальными источниками загрязнения почвы (производственные процессы, хранилища, транспортные средства, включая подземный транспорт) с возможно более точным указанием места расположения;
- кабелях, трубопроводах, участках с рыхлым и твердым грунтом, участках с искусственным или армированным грунтом, очистных сооружениях, захороненных отходах, дренажных сооружениях, складах химических веществ, подземных хранилищах, отходах, строительном щебне и т.д.;
- использовании (настоящем и предполагаемом) прилегающих земель, которое может повлиять на исследуемый участок.

Для сравнения можно использовать данные по аналогичным участкам.

6.3 Информация по геологии, почвоведению, гидрологии и гидрогеологии

Собирают сведения о геологии и почвах участка, а также о гидрологической и гидрогеологической ситуациях, насколько это возможно. Объем и детальность необходимой информации определяются только субъективно, но должны соответствовать целям исследования.

Собранная информация должна содержать данные:

- о предполагаемом профиле почвы (естественный или антропогенный);
- природе подстилающего грунта и глубине подстилающих слоев;
- глубине залегания грунтовых вод и ее колебаниях во времени;

- направлении горизонтальных и вертикальных потоков грунтовых вод на региональном и местном уровнях и их колебаниях во времени (если возможно).

Примечание — Существование промежуточных пластов может иметь чрезвычайное значение, если участок расположен над водоносным слоем;

- схеме дренажа и расположении поверхностных водотоков, даже если они в настоящее время засыпаны;
- наличии родников, колодцев и других мест забора воды, а также пунктов контроля подземных вод и подземного газа;
- результатах предыдущих почвенных исследований на участке или поблизости, таких как бурение скважин, и других формах геологических исследований, связанных, например, со строительными работами, и результатах любых химических исследований;
- свойствах загрязняющих веществ, которые могут быть значимы для структуры или профиля местных почв (например, почвенный гумус может поглощать органические загрязняющие вещества).

6.4 Методология

6.4.1 Сбор информации

Информация, указанная в 6.2 и 6.3, собирается следующим *образом*:

- использованием подробных карт высокого качества в качестве картографической основы, например, региональных — в масштабе 1:25000, локальных — в масштабе 1:2000 или 1:2500, на которых указаны коммуникации (такие как линии электроснабжения), исторических, почвенных, гидрогеологических карт;
- анализом карт и баз данных, относящихся к геологии, почвоведению, гидрогеологии и гидрологии участка и окружающей территории;
- анализом аэрофотоснимков (черно-белых, цветных и инфракрасных);
- анализом архивов, действующих и предыдущих лицензий владельцев или пользователей, действующих и предыдущих карт застройки, сведений из отделов регистрации земельных сделок (например, муниципалитетов, коммунальных предприятий), касающихся исследуемого участка и соседних участков;
- анализом справочников по фирмам и улицам для установления прежних владельцев участка и потенциальных видов деятельности;
- консультациями с административными органами по вопросам использования участка, включая разрешения органов природоохраны на эксплуатацию и сброс сточных вод;
- проведением, при необходимости и возможности, опроса нынешних и бывших владельцев, нынешних и прежних соседей, соседних *землевладельцев*, природоохранных организаций, компаний по гидрологическим изысканиям и водоснабжению, инспекторов качества воды и др. (точность таких свидетельств, основанных на отдельных наблюдениях, оценивается с осторожностью до подтверждения независимым источником);
- посещением участка для проведения полевых наблюдений (разведки участка) после получения и сравнения имеющихся исторических данных и другой значимой информации.

6.4.2 Полевые наблюдения

По результатам осмотра участка должен быть составлен отчет с описанием существующих условий, касающихся возможных причин распространения загрязнения, в том числе рельефа, дренажа и любых аномальных ситуаций. Отчет должен быть проиллюстрирован фотографиями всего участка и его особенностей, значимых для исследования.

Осмотр участка также поможет сформулировать стратегию последующего исследования участка с учетом его специфических особенностей. При посещении участка должно быть проведено возможно большее число наблюдений.

Следующие типовые наблюдения проводятся при осмотре участка:

- настоящее использование и состояние участка;
- доступность участка и легкость передвижения по нему, а также условия, которые могут препятствовать отбору проб в конкретных местах (например, здания или другие сооружения);
- условия на границах участка и использование окружающих земель;
- близость строений и поселений;
- потенциальные риски участка (например, воздушные электрические кабели, ямы);
- опасные материалы;
- свидетельства изменений уровня участка (повышения и понижения);
- симптомы загрязнения (например, угнетение растительности);
- видимые признаки загрязнения участка или наличие запаха;

- состояние поверхностных вод;
- признаки наличия точек отбора воды;
- наличие скважин контроля грунтовых вод и подземных газов.

Безопасность должна быть существенным аспектом при осмотре участка, и сотрудники, осуществляющие его, должны быть осведомлены о возможных физических и биологических рисках, а также о риске загрязнения. *Ветхие* здания и другие объекты могут быть небезопасны, их можно посещать только после консультации с экспертом и при соблюдении требований по *ГОСТ Р 53091*.

6.5 Разработка концептуальной модели

6.5.1 Общая концептуальная модель

Важным аспектом концептуальной модели является формулировка предположений, относящихся к загрязнению участка.

Разработка концептуальной модели существенно помогает изучению участка и рисков, которые он может представлять для людей и других объектов загрязнения, а также планированию следующих этапов исследования. Она также способствует принятию решений о методах ремедиации (при необходимости) и других работах.

6.5.2 Формулировка предположений, касающихся загрязнения

На базе результатов предварительных исследований должны быть сформулированы предположения о возможной природе, вариации и пространственном распределении загрязняющих веществ, предположительно присутствующих на участке.

При разработке подходящего предположения часто необходимо определить различные зоны участка, к которым применимы различные предположения. Это обычно имеет большое значение для больших участков и часто для маленьких участков.

Должны быть разработаны предположения для индивидуальных веществ (см. 6.5.4), которые могут затем включаться в концептуальную модель, с учетом всей имеющейся информации и при переносе информации в наиболее вероятный общий сценарий относительно условий загрязнения зоны. Концептуальные модели для отдельных зон могут быть объединены в концептуальную модель для всего участка. Эта общая концептуальная модель используется для разработки концепции отбора проб на последующих этапах исследования.

Однако перед принятием решения о *порядке* отбора проб необходимо определить для каждой зоны (и для всего участка) на основании имеющейся информации возможность загрязнения зоны или всего участка, т.е. является зона (участок) «предположительно незагрязненной» или «предположительно загрязненной».

6.5.3 Предположение о «предположительно незагрязненном» участке или зоне

Если по результатам предварительных исследований нет оснований подозревать, что загрязнение могло когда-либо иметь место на участке, и если отсутствуют данные о возможной миграции загрязняющих веществ на участок, формулируется предположение о том, что участок должен считаться «предположительно незагрязненным».

Очень трудно найти убедительные доказательства того, что участок не загрязнен и не содержит никаких возможных загрязняющих веществ. Поэтому часто необходимо провести разведочное исследование участка после окончания предварительных исследований. Это разведочное исследование должно соответствовать рекомендациям, приведенным в разделе 8.

Вопрос о том, можно ли рассматривать данный участок как незагрязненный, будет зависеть:

- от уровней содержания потенциально загрязняющих веществ;
- путей загрязнения;
- обычно встречающихся концентраций этих компонентов;
- допустимых уровней этих компонентов, установленных в национальных или региональных нормативных документах.

Примечание — В городских и промышленных зонах слабая степень антропогенного загрязнения часто присутствует из-за атмосферных выпадений.

Результаты разведочных исследований могут соответствовать предположению о незагрязненном участке, однако они редко представляют неоспоримые доказательства отсутствия загрязнения. В ходе разведочных исследований «предположительно незагрязненного» участка обычно относительно широкий ассортимент загрязняющих веществ определяется в ограниченном числе проб. Это значит, что объем исследований должен быть согласован со всеми заинтересованными сторонами до начала работ. Объем исследований должен будет, в конечном счете, определять вероятность обнаружения неожидаемого загрязнения.

6.5.4 Предположение о «предположительно загрязненном» участке

Если *результаты* предварительного исследования дают основания предполагать наличие загрязнения на участке, то формулируется предположение о том, что участок является «предположительно загрязненным».

В этом случае должны быть сформулированы отдельные предположения для подробного описания загрязняющих веществ ожидаемого типа, их пространственного распределения на участке, возможных путей миграции и потенциального влияния на грунтовые и поверхностные воды.

При формулировании предположений должны учитываться следующие факторы:

- химическая и физическая природа загрязняющих веществ (при необходимости несколько отдельных предположений);
- источник и путь попадания загрязнения в почву (рассеянное или точечное загрязнение);
- возможные предпочтительные пути загрязнения;
- физические характеристики загрязняющих веществ и возможность их превращений или распада (включая биодеградацию и миграцию в почве, растворимость в воде, взаимодействие с глинами и другие почвенные явления);
- процессы сорбции и комплексообразования;
- взаимодействие загрязняющих веществ с органическим веществом почвы;
- возможное присутствие остаточных количеств загрязняющих веществ в зонах, через которые они мигрируют;
- миграция биогазов и летучих соединений;
- структура и сложение почвы (например, водопроницаемая песчаная почва или торф, водонепроницаемая глина, усадочные трещины или макропоры, биологическая активность в почве);
- период существования загрязнения;
- глубина залегания подземных вод.

Формулировка предположений для различных частей участка (зон) и сочетание предположений должны обеспечить оптимальную стратегию планирования исследований.

6.5.5 Предположения о пространственном распределении загрязнения

6.5.5.1 Типы пространственного распределения загрязнения

Для разработки стратегии отбора проб выделяют четыре основных типа пространственного распределения:

- загрязнение отсутствует или характеризуется равномерным распределением;
- загрязнение присутствует и характеризуется неравномерным распределением и точечными источниками загрязнения с известным расположением;
- загрязнение присутствует и характеризуется неравномерным распределением и точечными источниками загрязнения с неизвестным расположением;
- загрязнение присутствует и характеризуется неравномерным распределением без точечных источников загрязнения.

6.5.5.2 Равномерное и неравномерное распределение загрязнения

Определение равномерного или неравномерного распределения имеет смысл только для отдельных слоев в горизонтальной проекции, поскольку вертикальное распространение почти всегда *является* неравномерным. Природа загрязняющего вещества и грунта, а также продолжительность загрязнения влияют на тип распространения загрязняющего вещества.

Пример — На ранних стадиях загрязнения шлейф загрязнения относят к неравномерным распределениям, но после рассеивания шлейфа основной ареал загрязнения может рассматриваться как равномерное распределение заражения.

Предположения о природе и распределении загрязнения имеют большое значение, поскольку они определяют последующую стратегию отбора проб.

Если предполагается равномерное распределение загрязнения, то *должна быть следующая стратегия*:

- отбор проб может включать в себя большие интервалы между точками отбора проб, поскольку предполагается наличие аналогичного загрязнения во всех местах (эта стратегия пробоотбора, разумеется, снижает вероятность выявления точечного загрязнения);
- использование смешанных проб может быть экономически эффективным за счет уменьшения стоимости анализа, поскольку каждая проба будет представлять бóльшую площадь (см. 7.3.6).

В случае предположения о неравномерном распределении загрязнения *должна быть выбрана следующая стратегия*:

- следует уточнить расстояние между точками отбора проб, способное обеспечить ожидаемую вариацию определяемых концентраций загрязняющих веществ;

- включение нескольких экспертных точек отбора проб, где неравномерность загрязнения объясняется наличием точечных источников загрязнения с известным расположением.

Следует отметить, что отнесение загрязнения к равномерному или неравномерному типу в горизонтальной проекции зависит от масштаба исследования.

Пример — Загрязнение участка размерами 100 × 100 м считается равномерным, если исследование не выходит за границы участка. Однако, если исследовать качество почвы на площади 1000 м^2, это загрязнение будет рассматриваться как точечный источник на неравномерно загрязненной территории.

Таким образом, равномерность и неравномерность распределения являются качественными характеристиками.

На практике распределение загрязняющих веществ чаще всего представляет собой сочетание различных типов распределения, и планы пробоотбора должны учитывать их конкретные типы.

Поскольку предположения о пространственном распределении должны быть сформулированы для каждого индивидуального вещества (или групп веществ), окончательный план отбора проб должен учитывать различные схемы, требуемые для различных загрязняющих веществ, присутствующих на участке.

6.6 Представление результатов предварительных исследований и концептуальная модель

Отчет о предварительных исследованиях должен содержать четко определенную предварительную формулировку концептуальной модели и предположения в качестве отдельной главы.

Отчет о предварительных исследованиях должен включать в себя следующие данные:

- информацию о прошлом и нынешнем использовании участка со сведениями по геологии, свойствам почвы и гидрогеологии; должны быть обсуждены все аспекты, указанные в 6.2 и 6.3, и приведены сведения обо всех использованных источниках информации; должны быть указаны возможные пробелы в полученных данных и все трудности и ограничения при проведении обследования;

- отчет об источниках информации, из которых не было получено конкретных данных;

- отчет о неподтвержденных сведениях, включающий *сведения об* опрошенном лице, дату проведения опроса; отношение опрошенного лица к исследуемому участку должно быть указано, если это может быть полезно для оценки достоверности информации;

- полное обсуждение и полное описание разработки концептуальной модели для участка, включая сформулированное предположение, выводы о наличии или отсутствии загрязнения (и его типе и природе), пространственное распределение и сведения о выделенных зонах, для которых сформулированы различные предположения;

- в случае «предположительно незагрязненного» участка должны быть приведены доводы в поддержку сделанного заключения;

- в случае «предположительно загрязненного» участка должны быть обсуждены следующие моменты (если они значимы): природа источника (источников) загрязнения и пути проникновения загрязнения в почву; список возможных загрязняющих веществ (и по возможности их химическая характеристика); предполагаемое пространственное распределение и ожидаемое распространение загрязнения в почвенных, грунтовых и поверхностных водах и почвенном газе;

- выводы и рекомендации по необходимости и форме последующих действий — особенно о необходимости исследования участка — в соответствии с поставленными целями.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с нормативными документами и включать в себя следующие разделы:

- содержание;
- аннотацию;
- введение;
- цели и задачи;
- результаты исследования (включая источники информации, которые для удобства могут быть приведены в приложении);
- сведения об участке (включая собранную информацию и результаты разведки участка);
- обсуждение результатов и формулировка предположений;
- выводы;
- рекомендации;
- приложения (включающие полезные документальные данные и пр.).

7 Планирование *полевых* (контактных) исследований

Этот раздел представляет рекомендации по планированию *полевых* (контактных) исследований всех типов (например, разведочных или основных полевых исследований). В последующих разделах приведены рекомендации, относящиеся к исследованиям конкретных типов. Рекомендации касаются общей схемы исследований, отбора проб почвы, составления проб и стратегий анализа и проверки предположений.

7.1 Общие аспекты полевых работ

Полевые работы на загрязненных участках могут представлять значительный риск для здоровья исследователей — *см. ГОСТ Р 53091.*

Информация о конкретных аспектах методики отбора проб, в том числе схемы, методы, включая пробы из буровых и разведочных скважин и шурфов, и о хранении проб представлены в [6] — [7]. Следует отметить, что другие (бесконтактные) методы исследования могут значительно расширить знания о пространственном распределении загрязнения.

Перед началом полевых работ следует удостовериться, что количество отобранных проб достаточно *для анализа*. Часто нет необходимости анализировать все собранные пробы, однако возвращение на участок для отбора дополнительных проб потребует больших затрат, особенно если пробы отбирались из почвенного профиля на значительной глубине. Анализ летучих компонентов должен быть выполнен как можно быстрее после отбора проб, хранить пробы перед анализом на эти компоненты не следует.

Отбор проб может быть заменен использованием полевых методов проверки предположений и анализа.

Если в ходе исследований становится ясно, что используемая стратегия не оптимальна, она должна быть изменена немедленно (например, уровень грунтовых вод существенно отличается от ожидаемого). В некоторых случаях может быть необходимо отобрать дополнительные пробы на базе уточненной стратегии или для учета неожиданных факторов. Однако если такая ситуация не очевидна, необходимо следовать первоначальной стратегии.

Описания грунтовых слоев должны быть выполнены непосредственно после окончания отбора проб в данной точке, если это не было сделано ранее. Фотографирование места отбора проб с идентифицирующими щитами и масштабными рейками часто бывает полезно для описания слоев грунта.

7.2 Общие аспекты планирования

7.2.1 Общие положения

Планирование полевых (контактных) исследований, включающих отбор проб для тестирования (если необходимо), должно быть основано на результатах предварительных исследований и соответствовать разведочным исследованиям (раздел 6) или основным исследованиям участка (раздел 7).

План должен включать в себя описание мест пробоотбора, глубину отбора, размер и тип проб и методику отбора проб. Важно определить места пробоотбора до начала исследования участка, но с учетом возможности для исследователей провести оценку на месте и изменить или добавить места пробоотбора по результатам наблюдений.

Принятые предположения могут указывать на некоторые очаги потенциального загрязнения, где исходная информация может помочь в более точном планировании основных исследований.

Пример — Может оказаться полезной информация о возможном разливе хлорированных растворителей.

План разведочных исследований может учитывать подобные аспекты и таким образом предоставлять информацию, позволяющую планировать основные (и более глубокие) исследования для более эффективного получения данных, указанных в целях исследований, и минимизировать возможность возникновения неожиданных ситуаций.

Как указывалось выше, разные предположения могут применяться к разным частям участка (зонам), и поэтому в рамках исследований могут использоваться разные стратегии отбора проб.

7.2.2 Схема работ на участке

7.2.2.1 Планирование

При планировании работ на участке следует учитывать программу отбора проб и практические аспекты ее выполнения:

- место, число и расположение точек отбора проб;
- метод отбора проб (скважины, шурфы, оборудование для отбора проб и др.);
- отбираемые пробы (почва, гранулометрическая фракция, вода, газ);
- особые требования к отбору проб (летучие соединения, требования безопасности);
- требования к емкостям для проб;

- требования к тестированию в полевых и лабораторных условиях;
- необходимые анализы и специальные требования лаборатории к сбору, хранению и транспортированию проб;
- методы и меры предосторожности для обеспечения здоровья и безопасности во время исследований и необходимое для этого оборудование;
- экологические меры и природоохранные мероприятия по предотвращению миграции загрязнения во время и после исследований, например подавление пыли;
- требования к удалению отходов и необходимость *доставки* материалов на участок, например чистого грунта для засыпки разведочных шурфов;
- требования по обеспечению качества работ;
- разрешение и возможность *посещения* участка (и окружающих территорий в случае необходимости);
- расположение и природу любых препятствий для отбора проб на участке, а также способы их преодоления;
- расположение и состояние коммуникаций, включая наземные и подземные коммуникации;
- расположение площадей, пригодных для размещения офисов, дезактивационных установок, кладовых и хранилищ проб;
- защиту здоровья и безопасности по [5] — [7], необходимые меры предосторожности должны быть указаны в методике исследования участка;
- систему информации, планы действий в чрезвычайной ситуации и связь со службами обеспечения безопасности;
- удаление загрязненных грунтовых вод, мусора и материалов, использованных или загрязненных во время исследований.

7.2.2.2 Комплексные исследования

Комплексные исследования, касающиеся вопросов загрязнения и геотехнических аспектов, могут давать некоторые преимущества. Они полезны в случае, когда необходимо принимать во внимание вопросы защиты окружающей среды при планировании геотехнических исследований.

Комплексные исследования имеют следующие преимущества:
- более простая организация работ;
- общее использование оборудования и методов;
- использование разведочных скважин для нескольких целей *в интересах* экономии средств;
- защита здоровья и безопасности в ходе исследований;
- возможность совместного рассмотрения полученных данных.

Однако использование комплексных исследований не должно ставить под угрозу результаты ни одного из направлений. Например, не следует менять схему расположения точек отбора проб для оценки загрязнения для того, чтобы она удовлетворяла требования геотехнических исследований. Методы отбора проб в геотехнических исследованиях не всегда пригодны для отбора проб для химического анализа и наоборот. Кроме того, методы описания почвенных профилей также могут различаться.

7.3 Схемы отбора проб и интервалы между точками отбора проб почвы

7.3.1 Общие положения

Стратегия отбора проб требует рассмотрения используемых схем и глубины отбора проб, а также типа и размера отбираемых проб. Схемы отбора проб — по [6]. В схемах отбора проб также могут использоваться статистические подходы, в том числе для определения расстояния между точками отбора проб.

Точки отбора проб могут выбираться на основании систематической или оценочной схемы. В большинстве исследований следует использовать сочетание двух подходов.

Вероятность выявления загрязнения не должна зависеть от площади исследуемого участка. Другими словами, если площадь участка увеличивается, необходимо большее число проб для определения расположения загрязнения с той же вероятностью, определяемой предположением о распределении загрязнения. Наименьший объем загрязненного материала, выявляемый в соответствии с целями исследования, должен быть определен до начала разработки схемы отбора проб. Важно определить, какой уровень загрязнения должен быть обнаружен, особенно в случае проведения исследований на «предположительно незагрязненном» участке, поскольку, если загрязнение не будет обнаружено, предположение может считаться верным, и дальнейшие исследования не будут проводиться.

Число точек отбора проб в каждой потенциально загрязненной зоне должно быть пропорционально размерам зоны, однако всегда существует минимальное число проб, необходимое для оценки пространственной вариабильности в пределах зоны.

Примечание — Обычно требуется не менее шести проб.

Надежность оценки распределения загрязнения увеличивается с увеличением числа проб.

При выборе схемы отбора проб следует учитывать, что зона загрязнения редко имеет четко определенные границы и увеличивающиеся концентрации могут использоваться в качестве *показателей* загрязнения, даже при отсутствии проб из самых загрязненных мест.

Сети отбора проб обычно включают расстояния между точками отбора проб от 30 м для разведочных исследований и до 15 м — для основных исследований. Бóльшая плотность сети отбора проб может использоваться, если предполагается очень неравномерное распределение загрязнения, например, на бывшем участке газодобычи, где может понадобиться отбор проб с интервалом 10 м между точками отбора проб. Плотные сети отбора проб могут также применяться, если используемый уровень значимости для оценки риска требует такой плотности данных о качестве почвы (например, для жилищного строительства).

7.3.2 Оценочный отбор проб

Точки отбора проб могут быть выбраны на основе оценочного критерия, когда известно или предполагается наличие конкретного источника загрязнения и требуется подтверждение его присутствия или степени. Зона загрязнения может быть также обнаружена в ходе разведочных исследований, тогда уточнение границ зоны является одной из задач основного исследования участка.

Точки отбора проб могут выбираться специально (например, в непосредственной близости от источника загрязнения), однако лучше учитывать свойства загрязняющих веществ, способ загрязнения и возможность значимой интерпретации результатов. Точки отбора проб могут быть связаны с регулярной сетью, используемой для других частей участка, или, в качестве альтернативы оценочной схеме, располагаться вдоль радиусов, исходящих из источника или точки максимального загрязнения. Если предполагается наличие шлейфа загрязнения, точки отбора проб должны выбираться в соответствии с предположением о расположении и природе загрязнения. Крайним случаем применения оценочного отбора проб является разведочное исследование участка, когда конкретные места, визуально загрязненный материал или предполагаемое загрязнение выявляются и опробуются для подтверждения подозрений перед проведением более глубоких исследований.

7.3.3 Регулярный отбор проб

Исследования участка (как разведочные, так и основные) должны обычно выполняться с использованием регулярного отбора проб так, чтобы точки отбора проб были распределены по всему участку (или зоне) в соответствии с регулярной схемой. Однако нерегулярные схемы (в частности, оценочный отбор проб) также могут использоваться, если это целесообразно (например, если важно проверить возможные предпочтительные пути миграции загрязняющих веществ) или в дополнение к регулярной схеме отбора проб.

Регулярная схема отбора проб выбирается по следующим причинам:

- точки отбора проб по регулярной схеме легче заложить в поле;
- идентификация ареалов загрязнения и составление плана дальнейших исследований облегчаются при использовании регулярного отбора проб.

Надежность интерполяции в большой степени зависит от вариации почвенных характеристик. В слоистых грунтах вертикальная вариация концентраций может значительно превышать горизонтальную вариацию.

Если на участке имеются регулярные элементы рельефа (например, траншеи, прорытые через равные интервалы, регулярно повторяющиеся неровности и т.д.), схема отбора проб не должна совпадать с рельефом, потому что это может привести к систематическим ошибкам при отборе проб. Этого можно избежать тщательным выбором начальной точки сети отбора проб и, при необходимости, интервала между точками отбора проб.

Выбор схемы отбора проб и числа точек отбора проб зависит от предположения, сформулированного на соответствующих этапах исследований:

- при разведочных исследованиях участка меньшее число проб отбирается в меньшем числе точек, чем при основных исследованиях. В ходе разведочных исследований точки отбора проб должны выбираться с целью подтверждения предположений и выявления зон, требующих большего внимания при основных исследованиях участка;
- основные исследования являются детальными исследованиями для получения исчерпывающей картины состояния загрязнения на всех частях участка. Число отобранных проб и расстояние между точками отбора проб должны определяться целями исследования и требуемой степенью достоверности конечной оценки загрязнения и рисков загрязнения, а также необходимостью ремедиационных мероприятий.

7.3.4 Выявление наиболее загрязненных точек

7.3.4.1 Определение наиболее загрязненной точки

Эффективность схемы отбора проб часто выражается в терминах достоверности того, что наиболее загрязненная точка данного размера будет или не будет выявлена. Однако концепция и определение наиболее загрязненных точек также должны тщательно рассматриваться на стадии планирования исследований, в частности основных исследований.

Наиболее загрязненную точку определяют как:

- загрязненная область на незагрязненной территории;
- область, гораздо более загрязненная, чем остальная территория.

7.3.4.2 Размер наиболее загрязненной точки

Размер наиболее загрязненной точки зависит:

- от источника и природы процесса загрязнения (например, наиболее загрязненная точка, вызванная захоронением баков с загрязняющим веществом, требует использования иной схемы пробоотбора, чем наиболее загрязненная точка, связанная с утечкой из хранилища);
- определения предельной концентрации конкретного загрязняющего вещества, которую следует учитывать при оценке результатов исследования.

Размер наиболее загрязненной точки связан с учетом максимальной площади загрязнения, которая не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья, если он не был определен при исследовании участка и последующей оценке результатов. Важно принимать во внимание площадь загрязнения, которая может иметь значение при оценке риска для здоровья людей.

Пример — В случае жилищного строительства может потребоваться выявление загрязненных площадей размерами с небольшой сад или даже часть небольшого сада (около 50 м^2 или 0,5 % участка площадью в 1 га).

7.3.4.3 Выявление наиболее загрязненных точек, планирование исследования участка и отбор проб

На практике вероятность выявления наиболее загрязненной точки может быть увеличена тщательным планированием разведочного и последующего основного исследования участка.

Бóльшая плотность отбора проб обычно требуется при исследовании зон, где предполагается наличие загрязнения, и меньшая плотность пробоотбора — для зон, где не предполагается загрязнение, в соответствии с предположениями, предложенными для различных зон участка.

Примечание — В некоторых случаях доказательство с высокой степенью достоверности, что конкретная часть участка не загрязнена, требует бóльших затрат средств. Это обычно требует большой плотности пробоотбора.

Если ожидается наличие загрязнения в известных наиболее загрязненных точках, то каждое подозрительное место должно быть исследовано.

При разведочных исследованиях одна точка отбора проб размещается в предполагаемом центре наиболее загрязненной точки. Для загрязнений, которые могут наблюдаться в поле визуально, может быть достаточно одной пробы. Если загрязнения не могут визуализироваться в поле, а информацию о степени загрязнения необходимо иметь уже на стадии разведочных исследований, дополнительные четыре точки отбора проб должны быть размещены по предполагаемому периметру загрязнения. Пробы следует отбирать из каждой точки на значимой глубине. Если наиболее загрязненные точки обнаружены (случайно) при разведочных исследованиях, они должны исследоваться аналогичным образом.

При основных исследованиях участка число дополнительных точек отбора проб зависит от степени загрязнения и желаемой надежности определения границ.

7.3.5 Глубина отбора проб и измеряемые слои

7.3.5.1 Факторы, учитываемые при отборе проб с глубины

Описанные выше стратегии отбора проб применимы только к определению единственного загрязняющего вещества в одной плоскости. Распределения различных загрязняющих веществ на участке могут различаться с глубиной, поскольку они происходят из разных источников и, даже если они имеют общий источник, ведут себя по-разному в почве. Следовательно, для отбора проб на глубине следует разработать соответствующие стратегии.

В частности, следует принимать во внимание следующие моменты:

- изменения физических и химических свойств почвы в зависимости от глубины, особенно в присутствии значительных пластов насыпного грунта или существенных различий между естественными отложениями;
- источники загрязнения (например, твердые, выщелачиваемые и выделяющие газ или пар материалы, протекающие трубы), которые могут находиться на любой глубине в почвенном профиле;
- значимая глубина для определения загрязнения может оказаться на любом уровне почвенного профиля (например, при реконструкции строений окончательный уровень подошвы фундамента может

находиться ниже нынешнего уровня земли на участке; тесный контакт между почвой и коммуникациями на участке также может быть ниже уровня почвы);

- движение газов и жидкостей по вертикальным (и, возможно, глубоким горизонтальным) путям миграции определяется физическими свойствами почвы на значимой глубине;

- использование участка.

Если участок был отнесен к потенциально загрязненным, следует взять пробы из предположительно загрязненных горизонтов почвенного слоя (большее число проб будет отобрано на подозрительных местах в соответствии с выдвинутым предположением). В некоторых случаях, когда участок подстилается водоупорными слоями на довольно малой глубине, можно определить конкретные глубины, на которых следует отбирать пробы. Однако часто довольно трудно получить точные указания на возможное расположение загрязнения до проведения полевых исследований.

Индивидуальные пробы должны отбираться в ограниченном диапазоне глубин (например, от 0,1 до 0,5 м), чтобы они были представительными для почвенного профиля не глубже 1 м в соответствии с предположениями. Обычно пробы должны относиться к конкретному слою. Пробы должны отбираться из каждого слоя, представляющего интерес. Если пробы не ограничиваются одним слоем, причины указываются в отчете об исследованиях.

Во всех точках пробы должны отбираться со всей глубины, представляющей интерес, в соответствии с выдвинутыми предположениями. Если указано наличие загрязнения на большей глубине, чем предполагалось до исследования участка, отбор проб должен проводиться до настолько большей глубины, насколько это представляется целесообразным и выполнимым.

Отбор проб из естественных слоев всегда полезен. Если они не загрязнены, они представляют фоновые химические условия, которые имеют большое значение для оценки рисков и принятия решений по вопросам ремедиации.

7.3.5.2 Глубина отбора проб в связи с предполагаемым использованием участка

Глубина отбора проб должна соответствовать данным, известным о предполагаемом использовании участка (т.е. о возможных объектах загрязнения) и возможных путях попадания загрязнения в окружающую среду.

Примеры

1 На большинстве участков жилищного строительства необходимо проводить земляные работы на глубине не менее 1,5 м для прокладки коммуникаций и разборки фундаментов. Монтаж канализации может потребовать проведения экскавационных работ на больших глубинах.

2 На участках коммерческого строительства может возникнуть необходимость проводить земляные работы на значительных глубинах, чтобы построить несколько цокольных этажей. Таким образом, в ходе строительных работ на этих глубинах могут обнажаться загрязненные материалы, которые могут выноситься на поверхность и затем рассеиваться (при отсутствии должного контроля) или вывозиться с участка для последующего обезвреживания или захоронения.

Примечание — Руководство по исследованию отвалов вынутого грунта на таких участках приведено в [8].

Схема отбора проб также должна быть скорректирована, если возможно понижение уровня поверхности участка в дальнейшем, которое приведет к обнажению более глубоких слоев почвы.

На многих участках обнаруживается корреляция между загрязнением верхних и нижележащих слоев почвы. Подобная корреляция часто находится и между загрязнением почвенных слоев и грунтовых вод.

7.3.5.3 Отбор проб в связи с профилем грунтовых вод и водоносным горизонтом

Часто загрязнение попадает в грунтовые воды и концентрируется в верхних слоях их профиля или вдоль них. Поэтому следует отбирать пробы на соответствующих глубинах.

Однако поведение загрязняющих веществ существенно зависит от их плотности; такие загрязняющие вещества как хлорированные углеводороды (плотные жидкости не в водной фазе) ведут себя противоположным образом и могут обнаруживаться в больших концентрациях у основания водоносного слоя.

7.3.6 Количество и использование смешанных проб

7.3.6.1 Количество материала для проб

Информация о количестве материала, необходимом для отбора проб, приведена в [6].

7.3.6.2 Приготовление смешанных проб

Смешанные пробы готовят в поле соединением двух или более порций. В ином случае индивидуальные пробы могут смешиваться в лаборатории.

Примечание — В обоих случаях для получения представительных аналитических проб необходима тщательная подготовка (перемешивание).

7.3.6.3 Необходимость использования смешанных проб

Использование смешанных проб может обсуждаться в зависимости от характера исследований, выбранной стратегии отбора проб и целей исследования. В некоторых случаях использование смешанных проб может привести к разбавлению или потере компонентов и, следовательно, риску не обнаружить загрязнение. Однако смешанные пробы могут увеличить представительность проб и поэтому могут рекомендоваться к использованию в конкретных случаях.

В частности, использование смешанных проб целесообразно в случаях:

- равномерного распределения загрязнения;

- неравномерного распределения на малых расстояниях, но равномерного на больших расстояниях;

- *присутствия* нелетучих или малолетучих компонентов.

Использование смешанных проб может быть полезно в случаях значительной вариации свойств почвы в малом масштабе, но равномерного распределения загрязнения при анализе бóльших площадей, например, при смешивании золы или шлака с почвой. В этом случае использование смешанных проб может дать гораздо более представительные результаты анализа.

7.3.6.4 Целесообразность использования смешанных проб

Использование смешанных проб целесообразно не во всех случаях, возможность их использования в значительной мере зависит от типа загрязнителя. Смешанные пробы не могут быть приготовлены без значительной потери летучих соединений. При наличии малолетучих соединений смешанные пробы могут быть приготовлены в лаборатории. Подготовка смешанных проб чрезвычайно важна для обеспечения их представительности.

Хотя объединение индивидуальных проб в смешанные может увеличить вероятность обнаружения общего загрязнения, смешивание отдельных проб может разбавить концентрацию загрязнителя в пробе из самой загрязненной точки до уровня ниже предела обнаружения и, таким образом, дать неверное представление о загрязнении участка. Все значения, используемые для оценки присутствия загрязнения, должны быть проверены с учетом возможного влияния разбавления.

7.3.6.5 Смешивание проб

Независимо от места смешивания (в поле или в лаборатории) только пробы из соседних точек отбора внутри одного и того же слоя могут быть смешаны. Объединение проб из разных слоев почвы приведет к потере информации, и только объединение соседних проб может обеспечить обнаружение пространственной вариации концентраций в почвенном слое в большом масштабе.

7.4 Стратегии анализа и проверки предположений

7.4.1 Общие положения

Пробы, отобранные из почвы, подземных и поверхностных вод, наносов и подземных газов, должны анализироваться на содержание:

- веществ, присутствие которых предполагается на основании результатов предыдущего этапа исследований (предположений);

- веществ общего значения.

7.4.2 Анализ проб почвы

7.4.2.1 Подходы к выбору определяемых компонентов

При выборе определяемых компонентов используются два различных подхода:

- выборочный контроль;

- полный контроль.

Оба подхода могут использоваться на этапах разведочных и основных исследований в зависимости от целей исследования и того, что уже известно об участке.

Выборочный контроль является естественным выбором в случае, когда загрязняющие вещества известны и единственной целью исследования является определение объема загрязненной почвы.

С другой стороны, полный контроль может оказаться предпочтительным для получения дополнительных сведений о возможной обработке загрязненной почвы или общей информации о качестве почвы.

7.4.2.2 Выбор показателей для проверки предположений и анализа

Такие загрязнители как тяжелые металлы (кадмий, хром, медь, ртуть, никель, свинец, цинк), мышьяк, твердые углеводороды, экстрагируемые галогенорганические соединения, полихлорированные ароматические углеводороды составляют основную часть загрязнений в промышленных почвах. Поэтому анализ на присутствие этих соединений обычно достаточен для проверки предположения о «предположительно незагрязненном» участке и рекомендуется для проверки предполагаемого общего загрязнения. Следует также учитывать региональные особенности и национальные рекомендации.

Определение содержания органического вещества (гумуса) и тонкозернистой фракции может оказаться необходимым в связи с определением пороговых уровней загрязнения для исследуемого участка (они могут включать в себя местные фоновые концентрации).

7.4.2.3 Использование индивидуальных или смешанных проб

Смешивание проб (если оно разрешено) после подготовки в соответствии с [9] и [10] должно выполняться в лаборатории.

Пробы, различающиеся, например, по органолептическим показателям, обычно не должны смешиваться; их анализируют раздельно. В общем случае смешанные пробы не готовятся из проб, отобранных из разных почвенных горизонтов или с разных глубин почвенного профиля. Однако в обоих случаях стратегия отбора проб, основанная на концептуальной модели участка, определяет наиболее подходящую стратегию анализа.

Если используются смешанные пробы, исходные пробы должны храниться отдельно. Это обеспечит их использование для повторного анализа в случае необходимости [это невозможно для показателей, которые изменяются со временем (например, летучие вещества)] или в процессе предварительной обработки.

7.4.2.4 Хранение и транспортирование проб

Руководство по хранению и транспортированию проб приведено в [7].

8 Разведочные исследования

8.1 Общие положения

8.1.1 Основания для разведочных исследований

Разведочные исследования проводятся на основе предварительных исследований, и их основной целью является проверка правильности сформулированных предположений о загрязнении участка или, в более общих терминах, проверка правильности концептуальной модели, разработанной для участка. Тщательное планирование разведочных исследований должно обеспечить доказательство правильности предположений при минимальной затрате времени и средств.

Разведочные исследования обычно предоставляют лишь ограниченный объем информации. Однако в зависимости от конкретной цели (целей) исследования полученная информация может быть достаточна для принятия решений, особенно если были достигнуты следующие результаты:

- высокое качество результатов предварительных исследований;
- надлежащее планирование и выполнение исследований;
- не слишком строгие требования к надежности результатов.

В других случаях основные исследования должны быть проведены вслед за разведочными исследованиями (см. раздел 9).

8.1.2 Стадии разведочных исследований

Разведочные исследования должны включать в себя следующие стадии:

- разработку стратегии исследования;
- выполнение полевых исследований и анализ соответствующих проб;
- оценку правильности предположений;
- разработку требований для возможных последующих исследований.

8.1.3 Аспекты, анализируемые при разработке стратегии разведочных исследований

При разработке стратегии разведочных исследований должны быть рассмотрены следующие аспекты:

- предположения;
- неопределенности предполагаемого типа и распределения загрязнения, если необходимы уточнения для наиболее эффективного планирования основных исследований;
- все указанные риски для здоровья людей и окружающей среды.

Эти аспекты определяют:

- среды, где проводится отбор проб (почва, поверхностные и грунтовые воды, почвенный газ);
- глубину и методы отбора проб;
- схемы отбора проб;
- число отбираемых проб;
- возможность использования смешанных проб;
- число анализируемых проб;
- возможные загрязняющие вещества.

В ходе разведочных исследований изучается относительно небольшое число проб по сравнению с основными исследованиями участка. Однако важно обеспечить, чтобы выбранные точки отбора проб и

собранная информация могли быть использованы при последующей оценке результатов основных исследований.

В разведочных исследованиях особенно целесообразно отобрать пробы, представляющие все свидетельства загрязнения, но впоследствии анализировать только некоторые из них. Например, анализ всех проб, очевидно загрязненных нефтью, может быть не обязателен на этом этапе. Однако следует помнить, что визуальная оценка не может выявить все виды загрязнений.

Целесообразно *пригласить* опытного исследователя загрязненного участка для планирования разведочных исследований, в том числе для разработки стратегии и определения числа отбираемых и анализируемых проб, а также для руководства исследованиями по проверке предположений.

8.2 Стратегия отбора проб

8.2.1 Общие положения

На основании предварительных исследований и сформулированных предположений можно определить различие между стратегиями отбора проб для «предположительно незагрязненных» или «предположительно загрязненных» участков.

Оценка загрязнения обычно основана на рассмотрении значимых путей распространения. По экономическим причинам глубина и интервалы между точками отбора проб, даже при разведочных исследованиях, должны выбираться так, чтобы результаты могли быть использованы для оценки рисков на последующих стадиях исследований.

Следует также принимать во внимание национальные нормативные документы.

Исследование потенциального загрязнения почв должно выполняться в тесной связи с исследованием других объектов, в которых может быть обнаружено загрязнение, а именно:

- грунтовые воды по [11];
- поверхностные воды по [12] и [13];
- почвенный газ по [14].

8.2.2 Точки отбора проб

Два основных подхода могут использоваться в разведочных исследованиях: оценочный и регулярный отбор проб (см. 7.3).

При разведочных исследованиях наиболее часто используемая стратегия отбора проб — оценочный отбор проб, при необходимости сопровождаемый регулярным отбором проб с относительно широкими интервалами между точками отбора.

Интервалы между точками отбора проб зависят от целей исследования и, прежде всего, от сформулированных предположений. Нельзя дать конкретных рекомендаций по значению интервалов. Следует отметить, что зависимость интервалов между точками отбора проб от общих размеров участка в большинстве случаев не подтверждается. Значение интервалов должно определяться, исходя из желаемой вероятности обнаружения загрязненной зоны определенного размера. Установление вероятности обнаружения (или пропуска) такой загрязненной зоны, а также ее размера относится к вопросам политики, поэтому следует принимать во внимание национальное законодательство.

Оценочный отбор проб используется в случаях, когда отсутствуют указания на точечное (неравномерное) загрязнение. Регулярный отбор проб используется на неравномерно загрязненных или предположительно незагрязненных участках. Чтобы получить общую характеристику участка при наличии указаний на точечное загрязнение, следует использовать комбинацию обеих стратегий отбора проб.

При наличии убедительных доказательств присутствия серьезного загрязнения следует тщательно планировать схемы отбора проб при разведочных исследованиях для облегчения планирования последующих основных исследований. Полезно так планировать разведочные исследования, чтобы облегчить оптимизацию основных исследований участка.

8.2.3 Глубина отбора проб

Аналогично схеме пробоотбора, глубина отбора проб зависит от сформулированных предположений и объема исследований (см. 7.3.5).

В национальных нормативных документах указывают конкретные глубины отбора проб в связи с конкретными целями исследования или в качестве ориентировочных значений.

8.2.4 Выбор проб для анализа

Обычно рекомендуется отбирать большее число проб, чем то, что будет проанализировано. Представительные и «подозрительные» пробы должны анализироваться обязательно. Таким образом, если пробы из разных точек одного и того же слоя похожи, можно отправить на анализ только представительное число проб.

Для проверки предположений должно быть проанализировано достаточное число проб. Установление границ распространения загрязнения не является целью разведочных исследований.

8.2.5 Выбор параметров тестирования и анализа

Для проверки предположения о «предположительно незагрязненном» участке обычно достаточно использовать ограниченное число компонентов, таких как тяжелые металлы (кадмий, хром, медь, ртуть, никель, свинец, цинк), мышьяк, твердые углеводороды, экстрагируемые галогенорганические соединения и полихлорированные ароматические углеводороды. Следует учитывать региональные особенности и национальные рекомендации.

Примечание — Подобный подход обычно используется для первоначального исследования подозрительных территорий, где загрязнители неизвестны.

При исследовании «предположительно загрязненного» участка можно ограничиться веществами, присутствие которых предполагается (в соответствии с предположением, основанным на результатах предварительного исследования). Однако такое ограниченное исследование может сочетаться с более широким исследованием (в отношении загрязняющих веществ и схемы пробоотбора) для получения дополнительной информации по общему качеству участка. В общем, выбор загрязняющих веществ непосредственно связан с целями исследования и сформулированным предположением.

Если превышено контрольное значение для группы параметров (например, контрольное значение для экстрагируемых галогенорганических соединений или фенольный индекс полихлорированных ароматических углеводородов), дополнительная полезная информация может быть получена при определении концентраций индивидуальных загрязняющих веществ. Однако повышенные значения групповых параметров не всегда соответствуют повышенным концентрациям загрязняющих веществ. Кроме того, анализ конкретных загрязняющих веществ может входить в программу основных исследований участка, а не быть дополнительным этапом разведочных исследований.

8.3 Интерпретация результатов разведочных исследований

8.3.1 Проверка предположений, сформулированных в ходе предварительных исследований

Разведочные исследования предоставляют информацию для проверки предположений, сформулированных во время предварительных исследований. Процедура проверки выполняется аналогично той, которая использовалась для формулировки следующих предположений:

- стадия 1: Присутствует ли загрязнение на участке?
- стадия 2: Соответствует ли обнаруженное загрязнение ожидаемому?
- стадия 3: Соответствует ли обнаруженная зона загрязнения предполагаемой зоне?
- стадия 4: Соответствует ли обнаруженное пространственное распределение загрязнения предполагаемому распределению?

В процессе проверки предположений, как правило, используют пороговые значения (обычно приведенные в нормативных актах или рекомендациях руководящих органов) для решения вопроса о том, является ли исследуемый участок загрязненным или нет. Если пороговые значения отсутствуют, можно использовать местные фоновые значения или их сочетание с пороговыми значениями.

8.3.2 Оценка риска

Если участок загрязнен, для установления серьезности загрязнения оценивают риски. Оценка риска может выполняться, если качество и количество данных адекватно точной оценке ситуации с загрязнением. Однако в зависимости от целей и имеющихся данных результаты разведочных исследований могут оказаться недостаточными для тщательной оценки рисков, хотя и достаточными для предварительной оценки рисков.

8.3.3 Рассмотрение зональных предположений

Если на основании результатов предварительных исследований участок разделен на зоны с различными предположениями, каждое из них должно быть проверено отдельно. Следует рассмотреть результаты исследования, относящиеся к этим различным зонам, для выявления возможных взаимозависимостей.

8.3.4 Получение информации о качестве почвы

Информацию по качеству почвы можно получить из описаний грунта, сделанных в ходе отбора проб, и эта информация должна учитываться при разработке предположений.

8.3.5 Проверка адекватности стратегии исследований

Во всех случаях должна выполняться проверка с учетом полученных результатов для выяснения, была ли стратегия исследований адекватной, независимо от того, были предположения признаны верными или нет.

8.3.6 Повторная проверка предположений

Предположение о «предположительно незагрязненном» участке отвергается, если содержание некоторых анализируемых веществ превышает пороговые значения или заметно превышает местные

фоновые значения. В этом случае должно быть сформулировано предположение о «предположительно загрязненном» участке.

Если ни одно из потенциальных загрязняющих веществ не было обнаружено в проанализированных пробах в концентрациях, значительно превышающих пороговые, фоновые или другие значимые величины, участок должен быть отнесен к незагрязненным. Однако следует иметь в виду, что это относительная оценка, надежность которой зависит от схемы и плотности пробоотбора в ходе разведочных исследований. Невозможно получить полное доказательство отсутствия загрязнения.

Если в исследовании использовались смешанные пробы, при проверке предположения следует учитывать возможность проявления эффекта разбавления.

Если обнаруженное загрязнение превышает соответствующий пороговый или фоновый уровень, следует заключить, что загрязнение существует, и принять соответствующее предположение.

Полезность разведочных исследований для проверки предположения о пространственном распределении загрязнения на «предположительно загрязненном» участке ограничена в связи с ограниченными целями этих исследований. Тем не менее, следует принять предположение, если это возможно, и уточнить ее при увеличении объема информации.

8.3.7 Следующие примеры показывают, когда целесообразно пересмотреть или отвергнуть предположение:

- если расположение загрязнения считается известным, но анализ проб из предположительно загрязненных мест не показал концентраций загрязняющих веществ, превышающих пороговый или фоновый уровень, следует заключить, что предполагаемые точечные источники загрязнения не обнаружены или отсутствуют;

- если было выдвинуто предположение о «предположительно загрязненном» участке с неравномерным распределением и неизвестным расположением очагов загрязнения и регулярная схема пробоотбора была использована на всем участке для локализации загрязнения в ходе разведочных исследований, следует ожидать, что бóльшая часть проб не попадет на очаги и не обнаружит значительного загрязнения;

- если большое число проб показало загрязнение, это может означать, что наиболее загрязненные точки занимают значительно бóльшую площадь, чем было предположено, или распределение загрязнения более равномерно, чем предполагалось.

8.3.8 Если проверка показала, что предположение ошибочно, могут быть предприняты следующие действия:

- проверка точности и широты разведочных исследований. Если необходимые данные не были получены или были получены с недостаточной степенью достоверности, может понадобиться корректировка или проведение дополнительных операций;

- проверка выполнения предварительных исследований для решения, можно ли изменить первоначальные *предположения* или выдвинуть новое;

- если новое или уточненное *предположение* может быть проверено по результатам разведочных исследований, можно запланировать проведение основных исследований участка на их основе;

- если новое или уточненное *предположение* не может быть полностью проверено, следует перейти к следующему этапу исследований;

- обсуждение разногласий между первоначальными *предположениями* и результатами исследований должно быть отражено в отчете.

Целесообразность проведения дополнительного исследования в рамках разведочных исследований зависит от целей исследования. Например, если *предположение* о «предположительно загрязненном» участке отвергнуто, следует принять решение либо о проверке результатов предварительных исследований, либо о проведении следующего этапа (разведочных исследований).

8.4 Представление результатов разведочных исследований

Отчет о разведочных исследованиях предназначен для документирования и представления значимой информации для принятия решения. В общем случае он должен включать в себя следующие разделы:

- цель (цели) разведочных исследований;

- обоснование исследований, включая основные результаты предварительных исследований, концептуальную модель участка и *предположения*, входящие в концептуальную модель, и информацию о степени достоверности данных;

- разработку и обоснование стратегии исследований;

- методику исследований;

- описание выполненных работ, включая методику отбора проб;

- описание всех полевых наблюдений, содержащих любые отклонения от предложенной методики и любых аномалий, имевших место в ходе исследований;
- обоснование отбора проб для анализа и описание всех значимых данных о консервации, хранении, транспортировании и предварительной обработке проб, а также характеристики и оценку анализов;
- описание результатов анализов, включая данные о вариации и пределах погрешностей;
- оценку результатов исследований, выбор соответствующих шкал и контрольных значений, используемых при оценке рисков и характеристики сравниваемых величин;
- сравнение результатов исследований с *предположениями* и выводы относительно их правильности;
- заключения о состоянии загрязнения участка и рекомендации по оценке рисков, если они существуют;
- рекомендации по дальнейшим исследованиям.

В зависимости от цели (целей) исследования могут рассматриваться и другие аспекты.

Формулировки, используемые в отчете, должны обеспечить лицам, принимающим решения, и лицам, поручившим проведение исследований, представление о выполненной работе и надежную базу для принятия решений. Следует четко разграничивать факты, их интерпретацию и *предположения*.

8.5 Определение необходимости проведения основных исследований участка

Основные исследования становятся необходимыми, если цели исследования требуют более подробных сведений о количестве и пространственном распределении загрязняющих веществ, их подвижных и закрепленных фракциях, их возможной миграции и возможности попадания в организмы людей, животных и растений.

Это обычно имеет место, если:

- *предположение* о «предположительно загрязненном» участке признано правильным и подозрение об опасности для здоровья людей и окружающей среды подтверждено;
- необходим более высокий уровень знаний о положении с загрязнением участка для принятия решения с достаточной степенью достоверности;
- необходимо обеспечить тщательную оценку рисков и определить дополнительные условия для контроля выявленных потенциальных рисков.

9 Основные исследования участка

9.1 Общие положения

Основным исследованиям участка должны предшествовать предварительные и разведочные исследования. В результате при планировании основных исследований должен иметься в наличии значительный объем информации, включая:

- надежные данные о присутствующих загрязняющих веществах;
- данные о размере загрязненной зоны (зон) (в трех измерениях);
- данные о распределении загрязнения (равномерное или неравномерное);
- сведения о составе и свойствах почвы и геологии участка;
- сведения о гидрологии и гидрогеологии (на локальном и хотя бы региональном уровнях).

Полноту и надежность всех собранных данных оценивают до начала основных исследований.

9.2 Цели и масштабы *основных исследований*

9.2.1 Основные цели

Основные исследования преследуют две основные цели:

- установление природы и размеров загрязненной зоны и степени загрязнения;
- предоставление надежных данных для оценки рисков.

9.2.2 Основные аспекты определения масштабов и целей исследования

При определении масштабов и целей исследований рассматривают пять основных аспектов:

- загрязнение участка;
- нынешнее и будущее использование участка;
- гидрологические условия (режимы поверхностных и грунтовых вод);
- геологические условия и геотехнические свойства почвы;
- настоящие и будущие пути распространения и объекты загрязнения.

Цель основных исследований — получение подробной информации о природе, степени и размерах загрязнения и предоставление достаточных данных для трехмерного описания зоны загрязнения и надлежащей оценки рисков.

9.2.3 Планирование основных исследований должно также обеспечить достижение иных целей, которые могут включать в себя:

- оценку опасностей и рисков для людей и окружающей среды;
- предоставление информации, обеспечивающей оценку финансовых и технических аспектов последующих проектов; выбор и планирование ремедиационных мероприятий;
- обеспечение здоровья и безопасности населения и технику безопасности персонала, работающего на участке;
- оценку требований к долгосрочному и краткосрочному мониторингу.

Реальный масштаб исследований чрезвычайно сильно зависит от особенностей конкретного участка. Поэтому невозможно установить точные требования к основным исследованиям. Планирование исследований должно быть очень тщательным для определения точных целей и требований к методике отбора проб и отбираемым и анализируемым пробам.

9.3 Планирование исследований

Для достижения целей основных исследований необходимо:

- определить природу и размеры загрязнения участка, включая миграцию загрязняющих веществ в пределах участка и на окружающие территории и их перемещение во времени. Следует отметить, что миграция будет проходить через подземные воды и почвенный газ, для которых отбор проб описан в [11] и [14];
- определить риски, представляемые загрязнением для людей, животных, растений и окружающей среды;
- выявить присутствие искусственных отложений и подземных структур на участке [например, физически нестабильные материалы, горючие материалы (залежи угля), глубокие фундаменты, хранилища];
- выявить, охарактеризовать и оценить потенциальные объекты и пути загрязнения;
- предоставить достаточную информацию, в том числе для оценки необходимости ремедиации;
- определить необходимость краткосрочного и долгосрочного мониторинга и содержания;
- составить планы для неотложных мер по защите здоровья людей и окружающей среды.

Хотя основные исследования могут быть довольно обширными, только очень малая часть объема почвы может быть отобрана и проанализирована. Свойства загрязнения на участке оцениваются на основе исследованных проб. Возникающие неопределенности должны быть оценены и минимизированы при планировании исследований. Если состояние загрязнения может быть оценено с достаточной точностью, нет необходимости проводить отбор проб и более глубокие исследования. Если было показано, что выдвинутое *предположение* верно с требуемой степенью надежности, повторная его проверка не нужна.

Исследования почвенного газа по [14] и грунтовых вод по [11] могут подтвердить результаты основных исследований. Важно, однако, отметить, что результаты этих исследований не всегда представляют прямые доказательства наличия или степени загрязнения.

Целесообразно *пригласить* опытного исследователя загрязненного участка для планирования основных исследований и особенно для определения стратегии пробоотбора и количества отбираемых и анализируемых проб. Следует также соблюдать местные требования и национальное законодательство.

9.4 Стратегия отбора проб

9.4.1 Общие требования

На базе основных исследований концептуальная модель загрязнения участка уточняется до уровня точности, соответствующего целям исследования и принятия решений. Поэтому число проб, необходимых для основных исследований, зависит от целей исследования и от типа загрязнения. Например, если загрязняющие вещества мигрировали из точки внесения в почву и пути и процессы миграции известны, концептуальная модель может быть уточнена довольно быстро. С другой стороны, если загрязнение характеризуется неравномерным распределением, необходим отбор дополнительного количества проб для достижения того же уровня точности концептуальной модели.

9.4.2 Точки отбора проб

Следует учитывать схемы отбора проб (горизонтальные и вертикальные) предыдущих разведочных исследований (см. раздел 8), а также этапов основных исследований (см. 7.3).

Ступенчатое увеличение плотности отбора проб (на площадях или в профилях) и анализ результатов предыдущих этапов часто могут дать больший эффект, чем проведение исследований с использованием более плотной схемы отбора проб.

Более интенсивный отбор проб проводится на тех частях участка, где необходима более подробная информация или имеются бóльшие неопределенности.

9.4.3 Глубина отбора проб

Следует учитывать глубину отбора проб при проведении предыдущих разведочных исследований (см. раздел 8), а также этапов основных исследований (см. также 7.3.5).

9.4.4 Выбор параметров тестирования и анализа

Загрязняющие вещества, представляющие особый интерес, должны быть определены на стадии разведочных исследований, поэтому обычно дополнительные загрязняющие вещества не рассматриваются в ходе основных исследований. Для количественной оценки степени и подвижности загрязнения может понадобиться дополнительный анализ:

- конкретных загрязняющих веществ (если групповые показатели были проанализированы ранее);
- продуктов разложения и химических реакций загрязняющих веществ;
- связанных форм загрязняющих веществ.

Для определения распределения загрязнения может оказаться достаточным проследить судьбу отдельных загрязняющих веществ (или групповые показатели).

Если обнаружена существенная корреляция между отдельными загрязняющими веществами, концентрация одного из них может быть рассчитана исходя из концентрации другого с достаточной степенью достоверности.

Если единичные значения при проведении основных исследований менее важны, чем в ходе разведочных исследований, в конкретных случаях можно использовать более дешевый и экспрессный метод для их определения. Полученные результаты должны периодически проверяться с использованием более точных методов.

9.5 Оценка результатов основных исследований участка

Оценка результатов основных исследований аналогична процедуре, описанной в 8.4 для разведочных исследований по [6]. Основой оценки общей ситуации с загрязнением участка служит уточненная концептуальная модель загрязнения, основанная на возросшем объеме знаний.

Точное знание *степени* загрязнения практически недостижимо, даже при использовании очень плотных схем отбора проб. Оценка степени загрязнения почвы включает в себя интерполяцию между точками отбора проб. Степень достоверности такой оценки зависит от плотности пробоотбора, но прежде всего от характера и неравномерности распределения загрязнения и степени их учета при интерполяции.

При оценке рисков загрязнения почвы пространственное и временно́е распределение загрязняющих веществ должно быть достаточно хорошо известно. Это часто включает компромисс между желаемой надежностью и (финансовой) целесообразностью исследовательских программ. Неопределенности, полученные в результате, должны быть всегда зарегистрированы и по возможности оценены количественно. Уточнение *предположений* загрязнения с использованием, например, численных моделей может минимизировать неопределенности в случае получения достаточного объема данных.

Следует иметь в виду, что интерполяция данных невозможна, если не определены правила распределения загрязнения. В этих случаях могут быть оценены вероятные распределения на основе наблюдаемой вариации концентраций и частотных распределениях измеренных значений и выделены зоны с равной вероятностью нахождения конкретных классов концентраций загрязняющих веществ. Представление таких результатов в виде, например, карт изоконцентраций может быть недостоверным.

Статистические и геостатистические методы находят ограниченное применение при оценке загрязнения. В большинстве случаев имеющиеся данные недостаточны, а при гетерогенном составе почвы нарушается одно из важнейших требований статистических методов — однородность исследуемой выборки проб.

9.6 Представление результатов

Отчет об основных исследованиях служит, главным образом, для обоснования окончательной оценки рисков. На основании сведений, приведенных в отчете об основных исследованиях, принимают решение о необходимости или нецелесообразности ремедиационных мероприятий.

В общем случае отчет должен включать в себя следующие разделы:

- цель основных исследований участка;
- сведения об участке, известные до начала основных исследований, и *предположения* загрязнения, сформулированные на основании результатов предварительных исследований и проверенные в ходе разведочных исследований, включая обоснование надежности *предположений*;
- планирование и обоснование стратегии и схемы исследований (при необходимости с указанием этапов);
- описание методологии, использованной в ходе исследований;
- описание выполненных работ и использованного оборудования для пробоотбора;

- отчеты о результатах всех полевых наблюдений (включая все отклонения и нарушения предложенной методики в ходе ее практического использования);
- обоснование выбора проб для анализа и описание всех значимых деталей, связанных с консервированием, хранением, транспортированием и предварительной обработкой проб, а также характеристику и оценку анализа;
- описание результатов анализа, включая данные о вариации и пределах погрешности;
- оценку результатов исследований, выбор надлежащих шкал и контрольных значений, используемых при оценке рисков, и характеристику сравниваемых значений;
- описание постепенного уточнения *предположений* в ходе исследований и обоснование правильности и степени достоверности окончательных *предположений*;
- обобщенное представление состояния загрязнения участка и оценку рисков;
- обзор неопределенностей и ограничений проведенных исследований;
- рекомендации по принятию мер в будущем.

Дополнительные аспекты могут быть добавлены в зависимости от местной ситуации и национального или регионального законодательства.

Формулировки, используемые в отчете, должны обеспечить лицам, принимающим решения, и лицам, поручившим проведение исследований, четкое представление о выполненной работе и надежную базу для принятия решений. Следует четко разграничивать факты и их интерпретацию и *предположения*. Может быть полезным составление отдельных отчетов с данными и обсуждением результатов (в двух отдельных томах), но оно не может быть рекомендовано в общем случае. Оценка и интерпретация результатов должны проводиться с привлечением исследователя, планировавшего и выполнявшего исследования с тем, чтобы избежать потери информации.

Приложение А
(справочное)

Цели отбора проб

Таблица А.1 — Примеры целей отбора проб

Цели отбора проб	Использование земли	Средняя концентрация	Пространственная вариация		Изменения со временем
			Горизонтальная	Вертикальная	
Картирование	Любое	–	+	+	–
Классификация	Любое	+	–	+	–
Таксация	Любое	+/–	+	+/–	График
Мониторинг	Природное	+/–	+	+	+
	Сельскохозяйственное	+	–	+/–	+
	Лесоводство	+/–	+	+	+
Улучшение функционирования почвы	Сельскохозяйственное	+	–	–	+/–
Максимальная нагрузка[a)]	Сельскохозяйственное	+	–	+/–	+
Оценка рисков	Городское/сельскохозяйственное	+	+	+	+[b)]
Восстановление		+	+	+	–
Размеры	Городское/сельскохозяйственное	+	–	–	–
Повторное использование почвенных материалов	Любое	+	–	–	–

[a)] Питательные элементы/остатки пестицидов, органические вещества и следы металлов.
[b)] Отбор проб до грунтовых вод.

Примечание — В таблице применены следующие обозначения:
«–» — не важно;
«+/–» — не очень важно;
«+» — важно.

Библиография

[1] ИСО 11074:2005	Качество почвы. Словарь
[2] ИСО 15175:2004	Качество почвы. Определение характеристик почвы, связанных с защитой грунтовых вод
[3] ИСО 15176:2002	Качество почвы. Определение характеристик вынутого грунта и других почвенных материалов, предназначенных для повторного использования
[4] ИСО 15799:2003	Качество почвы. Руководящие указания по определению экотоксикологических характеристик почв и почвенных материалов
[5] ИСО 15800:2003	Качество почвы. Определение характеристик почвы в зависимости от воздействия на человека
[6] ИСО 10381-1:2002	Качество почвы. Отбор образцов. Часть 1. Руководство по разработке программ выборочного контроля
[7] ИСО 10381-2:2002	Качество почвы. Отбор образцов. Часть 2. Руководящие указания по методам отбора
[8] ИСО 10381-8:2006	Качество почвы. Отбор образцов. Часть 8. Руководство по отбору образцов из отвалов
[9] ИСО 11464:2006	Качество почвы. Предварительная обработка образцов для физико-химического анализа
[10] ИСО 14507:2003	Качество почвы. Подготовка образцов к определению содержания органических загрязняющих веществ
[11] ИСО 5667-11:1993	Качество воды. Отбор проб. Часть 11. Руководство по отбору проб грунтовых вод
[12] ИСО 5667-4:1987	Качество воды. Отбор проб. Часть 4. Руководство по отбору проб из естественных и искусственных озер
[13] ИСО 5667-6:2005	Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и ручьев
[14] ИСО 10381-7:2005	Качество почвы. Отбор образцов. Часть 7. Руководство по отбору образцов почвенных газов

УДК 631.422:543.05:006.354 С09 ОКС 13.080.05

Ключевые слова: качество почвы, отбор проб, загрязнение почвы, безопасность

Редактор *О.А. Стояновская*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 27.07.2009. Подписано в печать 16.09.2009. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,30. Тираж 413 экз. Зак. 589.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru