

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

7.1. МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Горнодобывающая промышленность оказывает наиболее существенное техногенное воздействие на геологическую среду, вследствие чего организация мониторинга в районах развития этого производства является актуальной и важной задачей.

Горнодобывающие предприятия представляют собой обычно комплекс сооружений, в который входят:

- шахты, карьеры, эксплуатационные скважины;
- отвалы и вспомогательные сооружения;
- обога т е л ь н ы е фабрики, отстойники,
- хвостохранилища, склады готовой продукции;
- транспортные сооружения в пределах горного отвода;
- водохранилища;
- внешние продуктопроводы (нефте- и газопроводы).

Влияние горнодобывающих предприятий на геологическую среду, согласно Г.А. Голодковской (1983), определяется двумя группами факторов: собственно природными условиями данного месторождения (строением геологической среды) и способом разработки месторождения. Обе группы факторов изменений геологической среды должны непременно учитываться при организации мониторинга в районах горнодобывающих предприятий.

В первую группу факторов входят основные компоненты геологической среды: геолого-структурный, гидрогеологический, геоморфологический, геодинамический.

Вторая группа факторов связана со способом разработки месторождений, среди которых основными являются: открытые горные работы, подземные горные работы, извлечение полезных ископаемых скважинами, геотехнологические способы добычи (подземная переработка полезных ископаемых).

При этом открытом способе добычи происходят наибольшие изменения геологической среды. Они связаны с: отчуждением земель под карьеры и отвалы пустой породы; нарушением гидрогеологических условий с формированием депрессионных воронок, смешением вод разного состава, истощением запасов подземных вод и т.д.; изменением ландшафта территории; изменением напряженного состояния массивов горных пород и активизацией склоновых процессов. Отсюда следует, что при организации мониторинга геологической среды в районах открытых разработок наблюдательная сеть должна быть направлена на мониторинг подземных вод (гидродинамический режим и химический состав вод), на наблюдения за устойчивостью бортов карьеров и отвалов пород, на наблюдения за различными возможными видами загрязнения горных пород, почв и ландшафта в целом.

При подземном (шахтном) способе разработки полезных ископаемых к негативным в экологическом и инженерно-геологическом отношении процессам относятся: изменения гидрогеологических условий (режим, химический состав, температура), захватывающие глубокие водоносные горизонты; вовлечение в оборот агрессивных и минерализованных сбросных подземных вод; изменение напряженного состояния горных пород в глубине массивов (формирование горных ударов, вывалов, обрушений кровли, мульды проседания); изменение ландшафта, связанное с отвалами и хранением добытого полезного ископаемого; изменение температурного поля массива.

Извлечение полезных ископаемых скважинами (нефти, газа) влечет за собой: изменение гидрогеологических условий (режим, химический состав) территории, включая глубокие водоносные горизонты; изменение

напряженного состояния пород; поверхностное химическое загрязнение ландшафта и его изменение.

При геотехнологическом извлечении полезных ископаемых (золота, урана и др.) возникает: изменение напряженного состояния пород (формирование мульд проседания, карста и т.д.); изменение термического режима массивов пород; изменение гидрогеологических условий (в зависимости от способа добычи); изменение ландшафта и его химическое загрязнение.

По характеру добываемых полезных ископаемых и интенсивности техногенной нагрузки на геологическую среду в общей структуре горнодобывающей промышленности выделяются три отрасли: 1) горнорудная и угольная промышленность; 2) промышленность горнохимического сырья; 3) нефтяная и газовая промышленность. Каждая из них имеет свои специфические особенности в технологии добычи полезных ископаемых, глубине проникновения в недра, воздействии на геологическую среду, что также необходимо учитывать при организации мониторинга.

В развитии **горнорудной и угольной промышленности** на территории России отмечаются следующие особенности: преимущественная добыча руд, углей и других полезных ископаемых открытым способом (до 60-70%); освоение глубокозалегающих рудных горизонтов и угольных пластов шахтным (на глубинах до 2 км) и карьерным способами (до 300-400 м); вовлечение в эксплуатацию месторождений со сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.

Неизбежным следствием добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых является химическое, а нередко радиоактивное и тепловое загрязнение компонентов окружающей среды.

При этом загрязнение происходит не только природными токсичными веществами (окиси углерода и серы, метан, тяжелые металлы и др.), но и флотационными реагентами, продуктами неполного сгорания, фенолами и т.п. Ареалы поверхностного загрязнения грунтов и почв угольной пылью

вокруг крупных угольных разрезов (например, Нерюнгринского угольного разреза) достигают 150-200 км². Линейная протяженность ареалов загрязнения поверхностных грунтов и почв тяжелыми металлами вокруг предприятий по добыче меди, никеля, железа, апатитов со значениями коэффициентов накопления более 10 достигает 100 и более км. Особенно сильное поверхностное загрязнение происходит вокруг крупных горно-металлургических комбинатов. Так, влияние выбросов на состав атмосферных осадков прослеживается на расстоянии более 1000 км от Норильского горно-металлургического комбината.

Зоны влияния химических загрязнителей по некоторым отраслям горнодобывающей промышленности (добыча и обогащение) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Размеры зон влияния объектов различных отраслей горнодобывающей промышленности

Отрасли горнодобывающей промышленности по добыче полезных ископаемых	Зона химического загрязнения, км
Руды цветных металлов:	
свинцово-цинковые	1-100
медные	1-100
никелевые	1-100
ртутные	1-100
золотые	1-16
Железные руды	0.5-5
Уголь	2.5-50
Нефть и газ	1-3
Горючие сланцы	4-16
Сера	0.5-10
Соли	3-15

Загрязнение геологической среды радиоактивными веществами происходит при разработке месторождений урана, тория, бурого угля, торфа, фосфоритов, гранитов, горючих сланцев.

Зоны техногенного воздействия крупных месторождений полезных ископаемых, карьеров помимо факторов загрязнения формируются за счет изменения гидрогеологических условий в прилегающих областях. Радиус воронок депрессии может быть различен, но в некоторых случаях достигает огромных величин. Так, радиус воронки депрессии пьезометрических уровней подмерзлотных вод вокруг карьера кимберлитовой трубки "Мир" достигает 80 км.

На территории Североуральских бокситовых месторождений при добыче руд в закарстованном массиве карбонатных пород уровень подземных вод снизился на 140-320 м, что вызвало интенсивные карстово-суффозионные процессы, образование большого числа провальных воронок. Площадь развития депрессионных воронок на Уральских месторождениях каменной соли составила 20-30 км².

Химический состав подземных вод в районах горнодобывающих предприятий меняется не только за счет смещения, но и активизации окислительных процессов, развития микробиологических процессов, вторичного минералообразования. Кислые шахтные воды характерны не только для сульфидных рудных месторождений, но и для большинства угольных месторождений. Величина pH в шахтных и рудничных водах нередко снижается до 2-3.

Подземные горные разработки и крупный длительный водоотлив в терригенных осадочных породах нарушают естественное состояние массивов, приводят к оседанию земной поверхности. В карбонатных породах активизируется карст, иногда сопровождающийся провалами поверхности. Активизируются и другие экзогенные геологические процессы.

Промышленность горнохимического сырья, включающая в себя и все виды обогащения полезных ископаемых, чрезвычайно многообразна, разнохарактерна и оказывает существенное влияние на геологическую среду. В горнохимической промышленности есть некоторые виды, приводящие к региональным изменениям геологической среды. В табл. 2 представлены средние данные о размерах зон влияния горнодобывающих и обогатительных предприятий.

Таблица 2

Размеры зон влияния горнодобывающих предприятий

Источник (или способ) воздействия	Размеры зоны влияния	
	площадные, км ²	линейные, км
Открытая разработка, ГОКи, терриконы, хвостохранилища	0,1–100	0,1–20
Подземная скважинная и специальная разработка, водопонижение	0,1–10 000	—
Сбросы шахтных вод и ГОКов, дренажные и гидромониторные способы разрушения пород	10–100	50–70
Закачка в недра реагентов и др., смешение вод разных горизонтов	1–100	1–10

Промышленные сточные воды — это жидкие отходы промышленного производства, содержащие различные химические вещества. Разнообразие типов промышленных производств определяет многокомпонентность состава этих сточных вод. Среди них минеральные и органические соединения разных классов: соли, кислоты, щелочи, спирты, альдегиды, кетоны, хлор-, фосфор- и металлоорганические соединения, радиоактивные изотопы и др.

По действию на организм человека промышленные сточные воды могут обладать общетоксическим, онкогенным, аллергенным, мутагенным, эмбриотоксическим и другими эффектами, в связи с чем контроль за сбросами промышленных сточных вод осуществляется органами СЭС. Особенно опасно присутствие в промышленных сточных водах наиболее вредных для организма человека веществ, например, соединений ртути,

свинца, мышьяка, цианидов, онкогенных соединений (провоцирующих раковые заболевания).

Промышленные сточные воды, особенно сильно загрязненные, часто проходят предварительную очистку на локальных очистительных сооружениях, а затем, как правило, подвергаются очистке на общегородских станциях аэрации совместно с бытовыми сточными водами.

При разработке месторождений полезных ископаемых с использованием средств гидромеханизации формируются специфические техногенные массивы из намывных грунтов, образующих упорные призмы, а также гидроотвалы и хвостохранилища. Намывной массив представляет собой сложную изменяющуюся во времени систему, для обеспечения устойчивости которого, установления закономерностей изменения его состояния и разработки управляющих решений и рекомендаций по рациональной технологии его формирования организуется локальный и детальный мониторинг – литомониторинг намывного массива. Его организация проводится аналогично организации литомониторинга горнодобывающего комплекса в те же основные этапы.

Нефтяная и газовая промышленность. По характеру воздействия нефтегазодобывающая промышленность существенно отличается от выше рассмотренных прежде всего большей глубиной проникновения техногенных процессов в геологическую среду (до 7 км), а также разработкой нефтегазовых месторождений на морских акваториях. Основными чертами геологической среды нефтегазовых месторождений, которые надо учитывать при организации мониторинга, является присутствие в разрезе двух несмешивающихся жидкостей – нефти и подземных вод, а также существенное влияние на горные породы жидких и газовых углеводородных компонентов. Главная особенность в техногенезе нефте- и газодобывающих комплексов состоит в своеобразии техногенной нагрузки на геологическую среду, когда происходит взаимодействие двух процессов – мощного отбора

из недр полезных компонентов и не менее мощного нагнетания в продуктивные пласты воды и реагентов.

Одним из самых серьезных воздействий, оказываемых на геологическую среду в районах нефтяных и газовых месторождений, а также нефтеперерабатывающих предприятий, является химическое загрязнение следующих основных видов: углеводородное загрязнение; засоление пород и подземных вод минерализованными водами и рассолами, получаемыми попутно с нефтью и газом; загрязнение специфическими компонентами, в том числе сернистыми соединениями. Загрязнение пород, поверхностных и грунтовых вод часто сопровождается истощением естественных запасов подземных вод. В некоторых случаях истощению могут подвергаться и поверхностные воды, используемые для заводнения нефтяных пластов. В морских условиях возрастает масштаб угрозы загрязнения акваторий как искусственными (реагенты, применяемые при бурении и эксплуатации скважин), так и естественными загрязнителями (нефть, рассолы).

Наиболее широко используемый вид управляющих решений на действующих промыслах – предупредительные или ремонтно-восстановительные работы содержит геохимическое, криогенное, геомеханическое, термическое закрепление грунтовых оснований и насыпей, усиление фундаментов объектов дополнительными буронабивными или буроинъекционными сваями; устройство противозрозионной и тепловой защит, поверхностного и подземного дренажей, противofильтрационных завес и барражей;

подсыпку и выемку грунта; замену слабых, сильнольдистых и пучинистых грунтов; управляемое замораживание и протаивание грунтов; регулирование водоотбора и снегонакопления, пополнение запасов подземных вод, регенерацию водоносных пластов и водоприемных устройств;

совершенствование защиты геологической среды и очистки промстоков; локализацию источников загрязнения и очистку загрязненных участков, а также другие рекультивационные мероприятия.

Таким образом, мониторинг районов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности должен быть комплексным, учитывающим способы добычи полезных ископаемых и их переработки а также особенности изменений геологической среды и охватывать все системы объектов наблюдения, контроля и управления.

7.2. МОНИТОРИНГ РАЙОНОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидротехнические сооружения вносят существенные изменения в окружающую природную и геологическую среду. Поэтому организация систем мониторинга на территориях, прилегающих к гидротехническим сооружениям, является актуальной задачей. В течение многих десятилетий подавляющее большинство гидротехнических сооружений оставалось практически бесхозным. Отсюда и бесконтрольность сброса в водохранилища неочищенных стоков, и смывы с полей ядохимикатов, и зарастание мелководий водорослями, и выход из строя систем инженерной защиты и т.п.

Режимные наблюдения на волжских и других водохранилищах показали, что переработка их берегов происходит спустя много лет по-прежнему довольно активно, без заметного снижения темпов этого процесса во времени вопреки начальным прогнозам.

Потенциальноопасными инженерными объектами являются и высокогорные водохранилища, так как прорыв плотины вследствие землетрясений, крупных оползней, аварий может привести к катастрофическим последствиям. Из этого следует особая значимость мониторинга в районах водохранилищ.

При организации мониторинга геологической среды в районах крупных гидротехнических сооружений в первую очередь необходимо учитывать их конструктивные особенности и размещение. Гидротехнические сооружения (гидроузлы) состоят, как правило, из комплекса сооружений: энергетических (ГЭС), транспортных (каналы, водоводы, шлюзы и др.), водозаборных. При комплексном использовании рек в состав гидроузлов входят также и различные вспомогательные сооружения (перемычки, дороги, ЛЭП, жилищные поселки и др.).

На многих крупных реках построено по несколько (8-12) гидроузлов, в результате чего они превращаются в систему искусственных водохранилищ с зарегулированным стоком. В России к таким рекам относятся прежде всего Волга, Кама, Ангара и Енисей.

Зона влияния водохранилища пропорциональна его размеру — площади зеркала воды.. Воздействие на массив горных пород оказывают совместно плотина, масса воды в водохранилище, фильтрационный поток в обход примыканий и в основании плотины, подтопление склонов долины, взвешивающее воздействие воды и др.

В зоне влияния водохранилищ возникает комплекс неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений, которые должны быть в центре внимания наблюдательной сети мониторинга. Среди них необходимо выделить:

постоянное затопление территорий городов, населенных пунктов, дорог, сельскохозяйственных площадей и пр.;

более значительное и продолжительное затопление территорий в периоды половодий и паводков, чем до строительства водохранилища;

подтопление территорий и расположенных на них сооружений в результате развития подпора уровня подземных вод;

заболачивание территорий, а в районах недостаточного увлажнения — засоление почв и грунтов в результате подпора подземных вод;

переливы через низкие водоразделы, вызывающие периодические затопления, заболачивание низких территорий;

временные и постоянные потери воды из водохранилища в бортах долины, вызывающие изменение нормальных условий работы гидроузла;

подмыв, разрушение берегов и их переработка под действием ветровых волн;

нарушение устойчивости пород на береговых склонах, активизация склоновых процессов в результате подмыва и подтопления склонов;

заиление водохранилища и как следствие — уменьшение их емкости, ухудшение условий судоходства и рыбоводства, образование мелководий, болот, ухудшение общей санитарной обстановки;

всплывание торфяных залежей, размыв свалок, полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), вызывающий ухудшение режима работы гидроузла, санитарных условий, загрязнение поверхностных и подземных вод;

повышение сейсмической активности территорий в связи с искусственным обводнением горных пород в верхних горизонтах земной коры (особенно в горно-складчатых областях).

Оценка подтопляемости территорий при организации сети мониторинга проводится в соответствии с действующими нормативными и методическими документами. Влияние подтопления на территории характеризуется прежде всего глубиной залегания грунтовых вод. При этом выделяются: 1) подзона сильного подтопления или заболачивания — глубина залегания грунтовых вод от 0 до 0,3-0,7 м; содержание воды в почвах и грунтах 70-100% полной влагоемкости; избыточное увлажнение приводит к заболачиванию, в аридных условиях — к засолению верхних горизонтов почв; 2) подзона умеренного подтопления — глубина залегания грунтовых вод от 0,3-0,7 до 1,2-2,0 м; 3) подзона слабого подтопления — грунтовые воды залегают на глубине от 1,2-2,0 до 2-3 м в гумидных условиях и до 5 м в аридных. Зона влияния измененного гидрологического режима в нижних бьефах гидроузлов сезонного и многолетнего регулирования

распространяется на несколько сотен километров вниз по течению. " реки, при суточном регулировании — на 80-100 км.

Таким образом, для крупных гидротехнических сооружений, построенных как в равнинных, так и в горных областях, зона изменения свойств горных пород распространяется в среднем на глубины до 50-100 м, а в плане прослеживается на расстояния до 1 км от сооружения.

Для ликвидации перечисленных опасных и неблагоприятных процессов в зонах водохранилищ проводятся многочисленные защитные мероприятия: создается система инженерной защиты территорий, главным образом от процессов подтопления. С этой целью возводятся дамбы обвалования, проводится подсыпка или намыв территорий, возводятся берегоукрепительные сооружения, строится система дренажей, дополнительных каналов и т.д. Все эти объекты обязательно должны включаться в наблюдательную сеть мониторинга геологической среды, так как они располагаются на участках наибольшего техногенного влияния гидроузла на геологическую среду. Во многих районах на таких объектах, как и на самих ГЭС, организованы режимные наблюдения. Они также должны включаться в систему мониторинга.

7.3. МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

На территориях большинства современных городов значительное влияние на геологическую среду оказывают техногенные воздействия, что обусловливается высокой концентрацией промышленности, энергетики, транспорта и жилищно-коммунального хозяйства.

Помимо территории, ограниченной административной границей, город отторгает у природной среды значительные площади, лежащие в отрыве от городской черты, отчуждаемые под различные сооружения. Часть этих сооружений непосредственно связана с нуждами города (как, например, аэропорты, места отдыха и др.), а часть — косвенно (внегородские склады,

сортировочные узлы, карьеры стройматериалов, горнорудные предприятия, промыслы и др.).

Городская территория по структурно-функциональному признаку подразделяется на ряд самостоятельных функциональных зон: селитебную (заселенную людьми) и внеселитебную. Последняя в свою очередь делится на промышленную (производственную), коммунально-складскую, санитарную, рекреационную (садово-парковую), зону отдыха, внешнего транспорта, прочих земель. Практика планирования городов показывает, что для современного полифункционального города наибольшая по площади территория приходится на долю селитебной зоны (до 42%), на долю промышленной — 18%, прочих земель — 14%, внешнего транспорта — 10%, рекреационной зоны — 8%, коммунально-складской — 6%, а санитарной — 2%.

На территории города существенно меняются гидрогеологические условия в основном в результате интенсивной эксплуатации подземных и поверхностных вод на промышленные и хозяйственные нужды. При этом в местах водозаборов формируются глубокие депрессионные воронки, происходит изменение гидрохимического режима подземных вод и их загрязнение. Наиболее крупные депрессионные воронки (с понижениями в центре водозабора до 80-100 м и более и радиусом, превышающим 100 км) образуются при эксплуатации на территориях городов глубоких водоносных горизонтов артезианских бассейнов. Под влиянием водоотбора на территории города могут возникать и активизироваться различные карстово-суффозионные процессы, проявляющиеся на поверхности земли провальными воронками. В этом случае среди основных факторов, формирующихся в результате интенсивного водоотбора подземных вод, отмечается увеличение скоростей фильтрации и интенсивности изменения величины гидростатического давления в результате снижения пьезометрических уровней. Это приводит к переформированию источников восполнения запасов подземных и поверхностных вод и изменению

естественного гидродинамического, гидрохимического и температурного режимов вод, а также к изменению экологической и медико-биологической обстановки в городе.

Однако наряду с этим в городах часто развивается и техногенное подтопление территорий..

Для отражения на картах зон техногенного подтопления территорий могут использоваться различные как относительные (например, коэффициент пораженности территории подтоплением), так и абсолютные показатели (скорость подъема уровня грунтовых вод, м/год; время подъема уровня воды на застроенных территориях до глубин 2-3 м от поверхности земли, лет). Как правило, подтопление охватывает всю застроенную территорию городов, которая по категориям опасности может быть подразделена на очень опасные, опасные и слабо опасные участки.

Среди различных видов техногенного воздействия на геологическую среду города самым распространенным является статическое механическое воздействие от сооружений — уплотнение грунтов оснований. Это приводит к формированию вокруг каждого здания и сооружения осадочной воронки, глубина которой колеблется от 1 до 600 см, (чаще 10-20 см). Радиус воронки обычно выходит за пределы наружного периметра здания, характеризует зону его влияния и достигает 50-120 м. При плотной застройке, как показал Ф.В. Котлов (1978), одиночные осадочные воронки смыкаются, и под городом в целом формируется крупноплощадная депрессионная поверхность в виде чаши оседания сотообразного строения.

Длительное динамическое воздействие на грунты может приводить к нарушению твердого покрытия магистралей, к деформациям и разрушению фундамента зданий вблизи магистралей и рельсовых путей. В зависимости от типа грунтов вибрационное воздействие на них может приводить к снижению сопротивления сдвигу, разрушению структурных связей, тиксотропному разупрочнению, разжижению и другим негативным

процессам, которые должны учитываться в наблюдательной сети мониторинга.

Тепловое загрязнение как следствие теплового воздействия проявляется в возникновении так называемого теплового купола над городом, на общем фоне которого формируются отдельные участки аномального прогрева грунта и грунтовых вод. Его формированию способствует сплошная застройка городской территории, покрытие асфальтом или бетоном открытой поверхности. Тепловое воздействие в городах на локальном уровне проявляется чаще всего и как результат влияния сточных техногенных вод, утечек из теплотрасс. В меньшей степени, но на значительной площади может проявляться тепловое воздействие полигонов ТБО и прочих свалок, вокруг которых также формируются тепловые аномалии. Кроме того, на территории городов отепляющее воздействие оказывают здания всех типов и асфальтовое покрытие, при этом площадь отепляющего воздействия принимается равной площади асфальтового покрытия.

По данным А.Д. Жигалина (1981, 1983), область воздействия тепла от городских теплосетей, водопровода и канализации возможна на расстоянии до 20 м по обе стороны от оси коллектора при минимальных утечках. Тепловые аномалии на территории городов формируются на глубинах до 300 м с превышением температуры над фоновой до 1,5-3 раз.

Для городских районов криолитозоны, по данным А.Д. Жигалина и др. (1989), наличие теплых заглубленных сооружений приводит к формированию зоны теплового влияния в радиусе до 15-30 м от сооружения, охватывая верхнюю часть грунтовой толщи.

При этом наибольшее влияние на изменение геокриологического состояния грунтов оказывают подземные коммуникационные коллекторы. Протаивание грунтов в основании коллектора достигает глубины 5-7 м, в горизонтальном направлении протаивание может распространяться на 8-10 м от оси коллектора, в этой зоне возникают провальные явления. В районах

криолитозоны учет тепловых воздействий на геологическую среду города выступает на первый план при организации наблюдательной сети мониторинга.

Город со своей развитой промышленностью и коммунально-бытовой деятельностью оказывает сильное геохимическое воздействие на геологическую среду, выражающееся в перераспределении — концентрировании и рассеивании — огромных масс химических веществ и элементов как природного, так и техногенного происхождения. На больших площадях в пределах города формируются техногенные геохимические поля — взаимоувязанные в пространстве зоны повышенных или пониженных по сравнению с фоновыми или кларковыми концентрациями химических элементов. Самым значимым с эколого-геологической точки зрения проявлением этого перераспределения является химическое загрязнение компонентов геологической среды: почв, грунтов, подземных вод. Поверхностный сток урбанизированных территорий транспортирует загрязняющие вещества, главным источником которых являются сточные воды. Донные отложения при этом образуют устойчивые зоны загрязнения с высокой концентрацией различных химических элементов. Отмечается индивидуальный специфический характер наиболее резко концентрирующихся элементов для разных типов промышленности. Основными элементами загрязнения донных осадков являются ртуть, серебро, кадмий, свинец. Протяженность зон загрязнения в донных осадках области влияния крупного промышленно-урбанизированного центра достигает 20-25 км.

Поверхностное загрязнение почв и грунтов от ТЭЦ распространяется на 5-7 км, предприятий химической и нефтехимической промышленности — на 3-5 км.

Вокруг населенных пунктов криолитозоны в зимний отопительный период формируются ареалы поверхностного загрязнения грунтов и почв сажей и пылью площадью от 20 до 40-45 км². Контуров этих ареалов

согласуются с формой розы ветров. Выбросы автомобильного транспорта концентрируются на расстоянии 50-100 м от шоссе, в результате чего в этой зоне почвы и грунты сильно загрязнены тяжелыми металлами и нефтепродуктами.