

УДК 69.035.4

Е.Ю. Куликова

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И СТРУКТУРА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОСВОЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Даны определения, цели, задачи и структура геоэкологического мониторинга при освоении подземного пространства.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, подземное пространство, прогноз, моделирование.

Одним из видов мониторинга при освоении подземного пространства городов является подземный экомониторинг или геоэкологический мониторинг.

Геоэкологический мониторинг в СНиП 2.01.15—90, определяется как единая система, включающая:

- комплексные наблюдения за инженерно-геологическими процессами, эффективностью инженерной защиты, состоянием сооружений и территорий в периоды строительства и эксплуатации подземных объектов;
- подготовку рекомендаций по усилению инженерной защиты окружающей среды от влияния горно-строительной деятельности и т.п.

Несколько другое толкование дается в РД 015900-124-88: геоэкологический мониторинг – это слежение, оценка и анализ происходящих изменений в геосфере (геотехнической системе), и их негативных последствий, инженерное обоснование принимаемых превентивных и восстановительных мероприятий.

Геоэкологический мониторинг – одна из подсистем абиотического мониторинга, обеспечивающая наблюдения, оценку, прогноз и управления

изменениями геологической среды, это система наблюдений, оценки и прогноза изменений (в первую очередь техногенных) состояния литосферы, осуществляемая в различных масштабах. В то же время геоэкологический мониторинг представляет собой обеспечивающую часть системы управления иррационального использования геологической среды. Обеспечение проводится в части представления оценочной и прогнозной информации о состоянии, структуре и свойствах геологической среды, необходимой для принятия конкретных управляющих решений.

Поэтому главными целями программы геоэкологического мониторинга являются, во-первых, получение, хранение и обработка информации о современном состоянии, свойствах и структуре геологической среды, а также о типах и интенсивности ее изменений, вызванных в первую очередь процессами освоения подземного пространства; во-вторых, использование полученной информации для выяснения причин активизации природно-техногенных процессов и составления прогнозов их развития; в-третьих, обеспечение информацией о геологической среде

мероприятий по охране, рациональному использованию и управлению природной средой.

Одним из аспектов подземного мониторинга является управление геологической средой в условиях использования подземного пространства. В настоящее время объем подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, в развитых странах удваивается каждые 10 лет, расширяются их функции. Под землей располагаются линии метро, крупные промышленные комплексы, машинные залы электростанций, санатории, музеи, хранилища золота и валюты и т.д. В основном подземное пространство используется пока до глубины 800 м.

В соответствии с этим *основными задачами геоэкологического мониторинга являются:*

- получение данных о состоянии, свойствах и структуре геологической среды в районе размещения подземного сооружения и смежных районах;
- организация контроля и наблюдения за изменениями геологической среды, обусловленными горно-строительной деятельностью;
- обеспечение своевременной информацией о состоянии геологической среды в районе освоения подземного пространства и ее изменениях всех заинтересованных организаций;
- оценка количественных и качественных изменений геологической среды и тенденций их развития на протяжении всего жизненного цикла подземного сооружения;
- моделирование и составление прогнозов (кратко- и долгосрочных) изменения геологической среды под влиянием подземного строительства;

- оценка реакции экосистем на различные типы изменений состояния геологической среды, связанные, главным образом, с горно-строительными процессами;

- обеспечение задач управления использованием геологической среды необходимой информацией.

Конечная экологическая цель геоэкологического мониторинга – рациональное использование возобновимых и особенно невозобновимых ресурсов и защита литосферы в кратко- и долгосрочной перспективе.

В компонентном аспекте в системе геоэкологического мониторинга выделяются следующие подсистемы 1-го порядка:

- мониторинг горных пород;
- мониторинг подземных вод;
- мониторинг недр;
- мониторинг рельефа.

Оценка и изучение техногенных изменений состава, структуры и свойств горных пород имеет важное экологическое значение. Наглядно это проявляется при освоении подземного пространства в пределах сильно урбанизированных территорий Европейской части России.

Мониторинг подземных вод по целям (охрана подземных вод от истощения и загрязнения) и по методам контроля (режимные гидрогеологические скважины) принципиально отличен от мониторинга поверхностных вод. В то же время подземные воды, являясь наиболее динамичной частью литосферы, гидравлически связаны с поверхностными, что требует обязательного методического единства контроля уровня, химического и термического режимов тех и других. К определению количественных характеристик этих трех режимов как в пространстве, так и во времени и

сводится мониторинг подземных вод. Сеть наблюдений за подземными водами предназначена также для адаптации геофильтрационных и миграционных моделей. Наблюдения не автоматизированы и ведутся переносными измерительными средствами в рамках периодического маршрутного обследования территории города.

Кроме осуществления наблюдений по скважинам в рамках работ по ведению Государственного водного кадастра (ГВК), которые являются составной частью работ по ведению мониторинга геологической среды в целом, осуществляется учет отбора подземных вод на территории города по эксплуатационным скважинам, пробуренным на три водоносных горизонта пресных вод, а также по глубоководным горизонтам, из которых добываются минеральные воды и рассолы. Ведется также учет водоотлива из дренажных сооружений (главным образом, метрополитена).

В настоящее время *недра* это не только источник минерально-сырьевых ресурсов, но и место размещения захоронений промышленных и хозяйственно-бытовых отходов, хранилищ нефти и газов, среда возведения подземных сооружений (подземная урбанизация), создания заповедников и памятников природы (карстовые пещеры). Разноцелевое и с каждым годом все более интенсивное освоение подземного пространства оказывает значительное воздействие на экосистемы и все их компоненты.

Особое место отводится *рельефу*, являющемуся верхней границей литосферы, и подвергающемуся наиболее сильному влиянию процессов техногенеза. Широкое внедрение термина «техногенный рельеф» в геологической и смежных отраслях подтверждает это

влияние и объясняется значительными масштабами техногенных изменений рельефа в пределах сильно урбанизированных территорий. Эти изменения происходят в результате активизации и возникновения природно-техногенных процессов. На территории Москвы только мощность техногенных отложений составляет от первых до нескольких десятков метров, что практически привело к образованию техногенного рельефа на 60–70 % городской территории. В целом рельеф под воздействием процессов освоения подземного пространства городов меняется прямо на глазах.

Исходя из основных задач и целей, геоэкологический мониторинг функционально состоит из трех подсистем:

I – подсистемы получения информации о структуре и свойствах геологической среды;

II – подсистемы наблюдения и контроля за изменениями состояния геологической среды»;

III – подсистемы оценки и прогноза состояния геологической среды».

Первая подсистема включает весь комплекс геоэкологических исследований, проводимых для решения различных задач, и, в первую очередь, геоэкологические изыскания под проектирование и строительство зданий и сооружений. Последние выделены особо, так как представляют уже существующую систему получения информации о структуре и свойствах верхней части литосферы (до глубины 100 м). Как показывает практика, именно на эту глубину приходится около 80 % инженерно-хозяйственного воздействия на геологическую среду, т.е. результаты изысканий позволяют решать большую часть задач, поставленных перед системой геоэкологического мониторинга.

Вторая подсистема реализуется путем организации и проведения комплексных режимных наблюдений за изменениями геологической среды и факторами техногенеза. Эта подсистема включает себя службу режимных наблюдений за подземными водами и природно-техногенными процессами Роскомнедра и организаций, осуществляющих контроль за состоянием и эксплуатацией существующей застройки.

Третья подсистема представляет собой автоматизированную информационную систему (АИС), в которую непрерывно (перманентно) поступает для хранения, обработки, составления прогнозов и принятия решений информация, получаемая в результате проведения геоэкологических исследований (I подсистема) и наблюдений за изменениями геологической среды и факторами техногенеза (II подсистема). Кроме этого в АИС содержатся материалы о перспективных планах освоения подземного пространства города, без которых невозможно целевое прогнозирование изменений состояния геологической среды и выдача рекомендаций по принятию решений с учетом рационального использования и охраны геологической среды (функция управления).

При освоении подземного пространства основной целью подземного экологического мониторинга должно быть обеспечение проектной надежности объектов, защита и охрана их геологической среды от нарушений и загрязнений.

В мегаполисах в функции геоэкологического мониторинга, который проводят геологи, гидрологи, геоморфологи, а в последнее время – и геохимики, входит оценка состояния и прогноз развития таких неблаго-

приятных явлений, как оползни, провалы, подмыв берегов акваторий, подтаивание, оседание, загрязнение подземных вод.

В системе геоэкологического мониторинга при подземном строительстве выделяют целый спектр типов мониторинга.

Как уже было отмечено, геологическая среда является динамичной системой, изменяющейся не только в геологическом масштабе времени, но и в реальном времени существования объектов города. Изменения в геологической среде могут привести к нарушению устойчивости подземных сооружений или сокращению (по сравнению с проектным) времени их безопасного функционирования. Поэтому проектирование подземных сооружений необходимо вести с учетом возможных изменений геологической среды.

Прогнозирование изменений геологической среды необходимо осуществлять на основе ее комплексного мониторинга. Для этого необходима единая система геологических, геофизических и геохимических наблюдений, которая бы включала подсистемы наблюдений за гидросферой (динамика и химический состав поверхностных и подземных вод), геодинамическими движениями поверхности территории (опускание или подъем отдельных участков территории, оседание земной поверхности, движение грунтов на склонах), изменениями геофизических полей (сейсмического, температурного, электрического, вибрационного), геохимической загрязненностью.

Геологический мониторинг должен также отслеживать геологический риск, технологические и экономические возможности его предупреждения, например в природно-техничес-

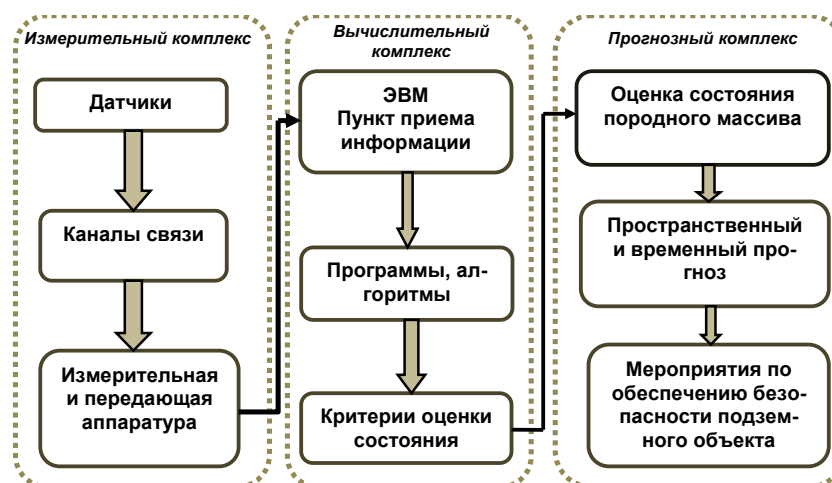


Рис. 1. Структурная схема горного мониторинга

ких системах «геологическая среда – подземное сооружение». В таких системах наблюдается тесная взаимосвязь и взаимозависимость обеих ее составляющих. С одной стороны, непрерывно развивающаяся геологическая среда воздействует на подземные объекты, с другой – указанные техногенные системы при нерациональном природопользовании способны вызывать негативные последствия, например, искусственно возбудить геодинамические процессы и нарушить тем самым природное геодинамическое равновесие.

Система мониторинга геологической среды в целом является важным элементом и инструментом оптимизации различных этапов хозяйствования: планирования, строительства, эксплуатации и управления ПТГС. Использование данных мониторинга, полученных в ходе режимных наблюдений, в сочетании с информацией о геологической среде в целом и видах техногенного воздействия позволяет перейти к созданию прогнозных моделей геологической среды, с помощью которых можно рассмотреть различные альтернативы воздействия на

среду и выявить наиболее оптимальные решения эколого-геологических задач. Полученная информация может быть использована и для того, чтобы оперативно устанавливать источники ущерба и негативного воздействия, выявлять критические факторы воздействия, определять допустимые техногенные нагрузки на геологическую среду, оценивать эффективность и целесообразность применения различных форм и видов освоения подземного пространства.

Данные мониторинга геологической среды должны использоваться для контроля (проверки состояния) геологической среды при сопоставлении оценок с системой стандартных критериев и показателей. Последними могут служить показатели предельно допустимых техногенных нагрузок (в том числе предельно допустимые осадки, крены и перекосы, дифференцированные для зданий и сооружений разного типа), сопоставленные показатели средних (фоновых) и аномальных (предельно допустимых) содержаний токсичных химических элементов и соединений в почвах,

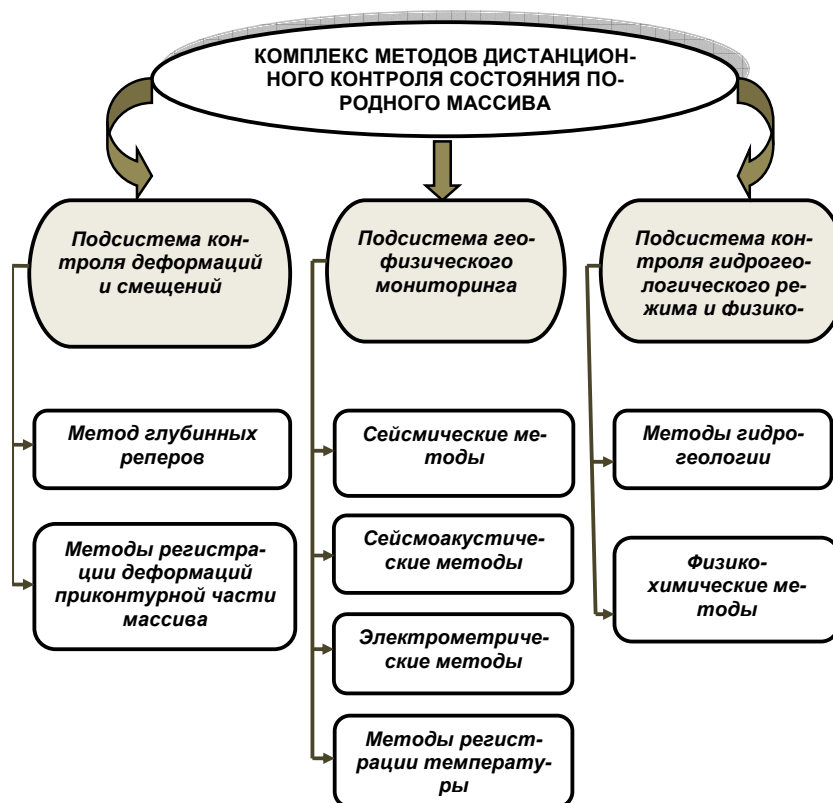


Рис. 2. Блок-схема методов контроля в составе горного мониторинга

грунтах и подземных водах, показатели критических уровней подземных вод и т.п.

В настоящее время в Москве наиболее проработанными являются геодезический мониторинг современных движений и деформаций земной коры

и ее поверхности, мониторинг оползневых склонов, сейсмический мониторинг.

Структурная схема горного мониторинга представлена на рис. 1. Блок-схема методов контроля в составе горного мониторинга отражена на рис. 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов И.П. Мониторинг окружающей среды. – в кн.: Современные проблемы географии. – М.: Наука, 1976. – с.19-30
2. Израэль Ю.А. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнений природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 115 с.
3. Москва: геология и город / Под ред. В.И. Осипова, О.П. Медведева. – М.: ФО «Московские учебники и картолитография», 1997. – 400 с. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Куликова Елена Юрьевна — доктор технических наук, профессор, Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru