

УПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА

6.1. ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

. Под управлением обычно понимается целенаправленное воздействие на какую-либо систему, обеспечивающее получение определенных результатов, поддержание нужных режимов функционирования, а также сохранение и развитие структуры системы.

Говоря об управлении вообще, всегда выделяют объект управления, состоянием или функционированием которого нужно управлять, и цель управления, т.е. желаемое состояние или характер функционирования объекта управления. Для надлежащего управления всегда требуется информация как о цели управления, так и о расхождении действительного состояния объекта управления с желаемым. На основании переработки этой информации как раз и вырабатываются соответствующие управляющие воздействия, реализация которых должна перевести объект в надлежащее состояние. Таким образом, процессы получения информации об объекте, ее переработки, нахождения управляющих воздействий и обеспечение их реализации составляют основу управления. Следовательно, управление — это целенаправленный процесс, связанный с выбором наилучшего действия, способа, метода, тактики и стратегии, ведущих к достижению цели, наилучшим образом с точки зрения установленного критерия.

Поскольку геологическая среда не является полностью саморегулирующейся системой, отсюда следует, что она нуждается в управлении. Главной целью и критерием управления природно-техническими системами (ПТС) следует считать минимизацию неблагоприятных последствий изменений геологической среды и ее компонентов при одновременной минимизации (затрат на создание или поддержание ее состояний, благоприятных для хозяйствования и

жизнедеятельности людей. Человеческая деятельность, соответствующая достижению этой цели, определяется как рациональное использование и охрана геологической среды.

В соответствии с этим конечной целью мониторинга геологической среды и является управление природно-технической системой путем регулирования режима ее работы, осуществляемого на базе прогнозирования ее развития, а там, где это невозможно, — создание системы инженерной защиты, предотвращающей или снижающей интенсивность развития тех или иных негативных инженерно-геологических процессов. При неблагоприятном прогнозе характерных для данного вида или комплекса техногенных воздействий инженерно-геологических процессов и явлений возникает необходимость выбора наиболее рациональных способов обеспечения устойчивости и нормальной эксплуатации сооружений или ПТС в целом. К их числу относятся: инженерно-строительные (конструктивные) мероприятия, направленные на ослабление или видоизменение внешнего воздействия на геологическую среду, борьбу с проявлениями нежелательных инженерно-геологических процессов; методы технической мелиорации грунтов, которые дают возможность целенаправленно улучшать физико-механические и фильтрационные свойства определенных участков геологической среды, а также создавать искусственные грунты со свойствами, отвечающими требованиям к строительным материалам различных категорий. В ПТС определенная доля управляющего воздействия может оказываться и на саму техническую систему регулированием режима ее работы (вплоть до закрытия предприятия, если возникает катастрофическая угроза человеку).

Важнейшим аспектом в управлении является использование для этого возможностей ПДМ. Однако эффективное использование ПДМ в системе территориального или регионального управления требует специальной разработки организационных структур и процедур, обеспечивающих

взаимосвязи систем мониторинга с органами управления, а также их финансирования.

Все ПТС функционируют под влиянием не только возмущающих, но и управляющих взаимодействий. Опираясь на данные исследований и расчетов, реализованных в прогнозе, можно уже на стадии планирования и проектирования ПТС предсказать, как будут изменяться ее структура, режим и состояние в период создания (строительства) и функционирования (эксплуатации). На этой основе решается задача оптимизации функционирования ПТС. В период же строительства и эксплуатации ПТС возникает задача ее управления для поддержания оптимального технологического режима работы и оптимизации эколого-геологических задач, связанных с взаимодействием сооружения с геологической средой. Управление всегда предусматривает изменение состояния системы, которое достигается в результате изменения управляющих взаимодействий. Последнее осуществляется с помощью так называемых сигналов управления. Они несут сообщения о требуемых значениях управляющих взаимодействий. Эти сигналы вырабатывает управляющее "устройство", а затем они поступают в исполнительное устройство, которое изменяет управляющие взаимодействия в соответствии с сигналами управления. Сами же сигналы управления вырабатываются на основании информации о функционировании ПТС. Таким образом, управление какой-либо ПТС возможно только в том случае, если существует информация о состоянии системы, а также имеется блок управления (управляющее и исполнительное устройство), позволяющий изменять управляющие решения. Система мониторинга позволяет получить информацию о состоянии ПТС, а значит и обеспечить оптимальное управление.

Количественное описание ПТС и системы управления в мониторинге геологической среды осуществляется с помощью "переменных" — величин, характеризующих систему и происходящие в ней процессы. К ним относятся и те параметры, которые определяются в схеме СПИНФов, а также

параметры, учитываемые в моделях ПТС и в ПДМ. Все они делятся на входные и выходные переменные, а с точки зрения участия в процессе управления переменные делятся на управляемые и управляющие. Значения управляющих переменных выбираются в системе управления мониторинга геологической среды на основе обработки поступившей и поступающей информации о геологической среде, требованиях к ПТС и о желаемых значениях управляемых (выходных) переменных. Управляющие переменные действуют на управляемую (регулируемую) часть ПТС, изменяя значения управляемых переменных в нужном направлении.

В общем виде внешние и внутренние факторы, которыми можно управлять в системе мониторинга геологической среды делятся согласно А.Л. Чеховскому (1989) на три группы: граничные условия, начальные условия и свойства геологической среды. Под граничными понимаются факторы, воздействующие на исследуемую часть геологической среды по ее внешним границам. Под начальными понимаются те же факторы, что и действующие на границах, но рассредоточенные во внутренних точках геологической среды и действующие до начала развития процесса. Под свойствами среды понимаются те характеристики геологической среды, динамика которых изменяет назначаемые характеристики и определяет интенсивность развития инженерно-геологических процессов.

Изменение граничных и начальных условий чаще всего достигается техногенными воздействиями, меняющими физические и физико-механические характеристики исследуемой среды, и как следствие — интенсивность развития инженерно-геологических процессов. Для целенаправленного управления разнообразными характеристиками геологической среды и интенсивностью развития инженерно-геологических процессов в ПТС достаточно обеспечить управление геометрическими границами, термовлажностным режимом, напряженно-деформированным состоянием и физическими свойствами геологической среды. Для обеспечения эколого-геологических задач необходимо также обеспечить

управление химическими и физико-химическими свойствами компонентов геологической среды. Решение этих задач может основываться на применении различных расчетных схем (математических моделей), включающих различные дифференциальные или алгебраические уравнения, а также на основе ПДМ.

В зависимости от поведения переменных величин в процессе управления ПТС различают два режима функционирования ПТС: установившийся (стационарный) и неуставившийся (нестационарный или переходный). Если переменные величины перестают изменяться во времени, то данная ПТС находится в установившемся (стационарном) режиме. Переходный процесс возникает, когда под влиянием управляющих или возмущающих переменных ПТС переходит от одного установившегося режима к другому. Установление типа режима функционирования ПТС является одной из важнейших задач мониторинга геологической среды, поскольку режим ПТС определяет прогноз ее состояния в будущем.

При постановке в ходе мониторинга задачи оптимального управления ПТС необходимо учитывать следующие формальные требования:

- необходимость исчерпывающего описания объекта управления, в данном случае — ПТС (например, математическое описание ПТС);

- наличие полной информации о геологической среде, в которой функционирует данная ПТС (в виде описания всех действующих на ПТС прямых и обратных связей или их статистических характеристик);

- определение цели управления ПТС;

- определение конкретных критериев качества ПТС и геологической среды;

- определение ограничений, которые нельзя нарушать в процессе управления.

Решение задач управления в системе мониторинга геологической среды позволяет подойти и к вопросу об определении допустимых техногенных воздействий на геологическую среду с количественными, а не

качественными оценками.. При этом допустимыми техногенными воздействиями следует считать те, при которых формирующиеся граничные и начальные условия, а также свойства среды обеспечивают сохранение управляемых инженерно-геологических характеристик ПТС в необходимых пределах, определяемых запросами экологии и целями функционирования данной ПТС.

6.2. ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Применительно к мониторингу принятие решения означает выбор среди различных альтернативных вариантов такого управляющего воздействия, которое наилучшим образом соответствует выбранным ранее критериям управления ПТС (технологическим, экологическим, экономическим, социальным и др.).

Способ сравнения альтернатив называют критерием предпочтения. При этом подразумевается, что в системе мониторинга есть возможность порождения множества различных альтернатив, а также что цели управления ПТС уже определены.

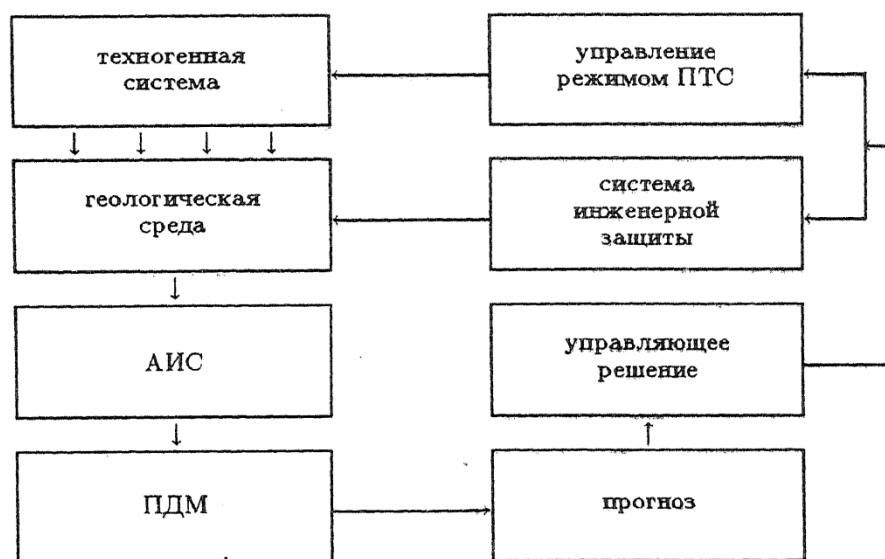


Рис. 36. Схема автоматизированной системы управления в структуре мониторинга геологической среды

Основная сложность при этом связана с множественностью задач выбора (рис. 37), а также тем, что каждая компонента ситуации выбора может реализовываться в качественно различных вариантах:



Рис. 37. Классификация задач выбора и способов их решения в системе мониторинга геологической среды (по Ф.И. Перегудову и Ф.П. Тарасенко, 1989)

множество альтернатив может быть конечным, счетным или континуальным;

оценка альтернативы может осуществляться по одному или по нескольким критериям, которые в свою очередь могут иметь как количественный, так и качественный характер;

режим выбора может быть однократным (разовым) или повторяющимся, допускающим «обучение на опыте» (как, например, с помощью ПДМ);

последствия - выбора могут быть точно известны (выбор в условиях определенности), иметь вероятностный характер (выбор в условиях риска) или иметь неоднозначный исход, не допускающий введения вероятностей (выбор в условиях неопределенности);

ответственность за выбор может быть односторонней (в частном случае индивидуальной) или многосторонней; соответственно различают индивидуальный и групповой выбор;

степень согласованности целей при многостороннем выборе может варьировать от полного совпадения интересов сторон (кооперативный выбор) до их противоположности (выбор в конфликтной ситуации). Возможны также промежуточные варианты, например компромиссный выбор, выбор в условиях нарастающего конфликта и т.д.

Различные сочетания перечисленных вариантов приводят к многообразным задачам выбора, которые приходится решать при принятии управляющего решения в системе мониторинга геологической среды.

Правильный выбор управляющего решения зависит от правильности анализа действующих факторов. Естественно, что управление ПТС или каким-либо компонентом геологической среды должно осуществляться через управление главным фактором, определяющим данный процесс. В системе мониторинга, как правило, приходится иметь дело с многофакторными данными, получаемыми в ходе режимных наблюдений за параметрами геологической среды и техногенными воздействиями. При этом перед исследователем встает вопрос: какой же из наблюдаемых факторов является ведущим, определяющим поведение ПТС или ход данного процесса? И кроме того, надо выяснить, какой вклад из серии действующих природных и техногенных факторов вносит каждый из наблюдаемых факторов, какой из них наиболее весомый? Ответ на все эти вопросы может быть получен на основе многофакторного корреляционно-регрессионного анализа данных режимных наблюдений.

6.3. ЭКСПЕРТНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ И РЕШЕНИЯ

До сих пор шла речь о выборе в системе мониторинга при индивидуальной ответственности за принятие решения. Однако единоличное

принятие решения является не единственной формой выбора. Часто в системе мониторинга управляющее решение принимается коллективно.

Один из наиболее распространенных принципов коллективного согласования решений — правило большинства: принятой всеми считается альтернатива, получившая наибольшее число голосов. Прежде всего надо иметь в виду, что большинство лишь обобщает индивидуальные предпочтения, и его результат не является критерием истины. Только дальнейшая практика показывает, правильным или ошибочным было решение, принятое большинством голосов.

В основе выбора оптимального решения лежит предположение, что наилучший вариант тот, которому соответствует максимальная функция полезности (см. разд. 6.2). Для сравнения различных вариантов необходимо построить функцию, характеризующую меру полезности. Так, аддитивная функция полезности представим а в виде:

$$F = \sum_{i=1}^n w \cdot U,$$

где F — функция полезности; w — весовой коэффициент критерия; U — оценка i -й альтернативы. Эта аддитивная функция полезности используется в случае независимости сравниваемых критериев.

6.4. УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ МЕТОДАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

В настоящее время для активного управления геологической средой в целях защиты сооружений от вредного влияния экзогенных природных и техногенных процессов применяются разнообразные инженерно-строительные и другие специальные мероприятия, главными из которых являются: мероприятия инженерной защиты, а также методы технической мелиорации грунтов. Чаще всего они используются в комплексе, например защита сооружений и территорий от оползней, обвалов и селей проводится

путем уполаживания и террасирования склонов, удаления неустойчивых • масс, регулирования поверхностного и подземного стока, применения удерживающих конструкций, фитомелиорации и т.д. В качестве противоэрозионных мероприятий применяют агротехнические и мелиоративные средства борьбы с водной и ветровой эрозией почв, гидротехнические системы для управления процессом линейной эрозии. Для подавления и управления карстовым процессом применяются специфические конструкции, тампонаж закарстованных отложений, укрепление сводов карстовых полостей, организация водоотводов, регулирование гидродинамического, гидрохимического и термического режимов поверхностных и подземных вод, сооружение противofiltrационных завес и другие мероприятия. В качестве противопросадочных мероприятий применяется комплекс водозащитных и конструктивных мер, устранение просадочных свойств грунта его уплотнением и укреплением и т.д. Эти и многие другие инженерно-строительные мероприятия направлены в основном на управление объектами геологической среды.

В настоящее время в технической мелиорации грунтов разработано большое число различных методов, способов, приемов, позволяющих при различном искусственном воздействии на породы решать разнообразные инженерные задачи (см. табл. 3). Согласно С.Д. Воронкевичу (1091, 1993), исходя из основных действующих (преобразующих) факторов, сформировавшиеся к настоящему времени методы и способы технической мелиорации грунтов объединяются в три группы управления геологической средой: гидрогеомеханическая мелиорация (традиционно именуемая как уплотнение и осушение грунтов), геохимическая (или физико-химическая) и геотехническая (армирование грунтов, или геосинтетика) мелиорация.

Первое из этих направлений технической мелиорации грунтов является традиционным в управлении геологической средой. Необходимость в использовании методов данного направления возникает в тех случаях, когда тип грунтовых условий и (или) внешние факторы, как природные, так и

техногенные, диктуют недостаточность использования только организационно-хозяйственных или инженерно-строительных мероприятий для успешного функционирования ПТС. Методы технической мелиорации грунтов как раз и позволяют восстановить полезные качества геологической среды, защитить ее от разрушения, а тем самым обеспечить и надежное функционирование ПТС.

В настоящее время в арсенале технической мелиорации грунтов имеется много разработок и методов управления, дающих возможность обеспечить требуемое качество геологической среды, что необходимо иметь в виду при функционировании мониторинга геологической среды.

Таблица 17

*Эколого-геологические возможности методов
физико-химической мелиорации грунтов
(по С.Д. Воронкевичу, 1993, с дополнениями)*

Основные геотехнологии	Геоэкологические возможности
Упрочнение и модификация грунтов-материалов вяжущими перемешиванием с последующей укладкой и уплотнением	1. Иммобилизация вредных компонентов путем отверждения отходов при полигонном их захоронении 2. Обеспечение экранирующего эффекта грунтовых слоев в системе многобарьерной защиты приповерхностных хранилищ 3. Создание геомембран (фильтры, сорбенты) на основе местных грунтов и материалов 4. Создание антикоррозионных грунтовых композиций для защиты подземных конструкций
Инъекция и инъекционное армирование грунтов внедрением специальных флюидов с последующим выделением гелей или твердых осадков	5. Обеспечение химической устойчивости грунтов оснований сооружений 6. Контроль миграции ионов металлов и газов в сфере влияния очаговых источников 7. Создание бактерицидных и антисептических зон для подавления активности микроорганизмов 8. Контроль инженерно-геохимической деятельности микроорганизмов 9. Гидроизоляция пунктов хранения или захоронения опасных (токсичных) отходов 10. Локализация сферы влияния объектов скважинной добычи полезных ископаемых
Физико-химическая обработка грунтов электрохимическими и химическими сваями	11. Интенсификация дренирования гидротвалов и хвостохранилищ при рекультивации и вторичном использовании 12. Аккумуляция и фиксация ионов металлов-загрязнителей в виде нерастворимых соединений 13. Электрохимическая дезактивация грунтов от радиоактивных и токсичных загрязнителей

Таким образом, современные методы физико-химической мелиорации грунтов в системе мониторинга геологической среды могут успешно

использоваться для выполнения следующих основных функций управления средой гидроизоляционной, концентрационной, сульфатосвязывающей, антикоррозийной, токсино-изоляционной, бактерицидной, антисептической и дезактивационной. Многие из этих методов управления являются пока единственными и уникальными для обеспечения оптимального функционирования тех или иных птс.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛ. 6

1. Что является объектом управления в системе мониторинга геологической среды?
2. Какова цель (цели) управления в системе мониторинга геологической среды?
3. В чем состоят основные принципы принятия рекомендаций и управляющих решений в мониторинге геологической среды?
4. Что такое "критерий предпочтения" при выборе управляющего решения?
5. В чем состоит способ бинарных отношений при выборе управляющего решения?
6. Каковы положительные и отрицательные стороны принятия коллективного управляющего решения?
7. Что такое "эколого-геологическая экспертиза проекта"?
8. Каковы основные черты эколого-геологической экспертизы?
9. Какие группы методов технической мелиорации грунтов могут использоваться для управления геологической средой?
10. В чем состоит геоэкологический аспект использования физико-химических способов технической мелиорации грунтов?