Лекция №1

**Мониторинг геологической среды**

Термин «мониторинг» вошел в научный оборот из англоязычной литературы и происходит от английского слова monitoring – контрольное наблюдение. В свою очередь слово monitoring происходит от английского monitor, а также от латинского «монитор» – «наблюдающий», «предостерегающий». Современное значение этого слова можно определить как наблюдение, контроль, предупреждение. Понятие мониторинга окружающей среды было впервые введено в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН и с тех пор постоянно развивается и обсуждается на различных международных конгрессах и совещаниях. Программа ЮНЕСКО, принятая в 1974 г., определяет мониторинг как систему регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающую информацию о прошлом и настоящем состояниях окружающей среды, позволяющую прогнозировать ее изменение.

Под мониторингом понимается система наблюдений, позволяющая выделить изменения состояния (и прежде всего загрязнение) биосферы под влиянием деятельности человека. Основная цель ее создания – предупреждение негативных последствий воздействия человека на природу. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: 1) определить источники воздействия, а также причины антропогенных изменений; 2) оценить фактическое состояние природной среды; 3) выявить тенденции изменения, дать прогноз и оценку будущего состояния биосферы.

Основной целью мониторинга является предотвращение отрицательных последствий, связанных с хозяйственной деятельностью человека, однако объектами наблюдения чаще всего выступают отдельные компоненты природной среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и биота, в ряде случаев – геосистемы и экосистемы. Соответственно наибольшее развитие получили отраслевые звенья мониторинга – гидрометеорологические, гидрогеологические, геохимические и биологические, практически функционирующие как независимые системы наблюдения и контроля. Однако отраслевой подход к мониторингу не учитывает, что компоненты биосферы тесно связаны между собой и образуют сложные природные комплексы – геосистемы и экосистемы. Антропогенное воздействие даже на один из компонентов может привести к нарушению комплекса в целом и тяжелым необратимым последствиям в природе. Отсюда следует, что оптимальное решение проблемы взаимоотношения общества и природы на всех уровнях (от локального до глобального) возможно лишь на основе организации комплексного геоэкологического мониторинга состояния окружающей природной среды.

В 80-е годы был введен термин литомониторинг, который в отличие от мониторинга окружающей среды характеризуется более узким понятием, рассматривающим в качестве объекта наблюдения только литосферу.

Одновременно с понятием литомониторинг появилось и понятие мониторинг геологической среды, а также инженерно-геологический мониторинг.

Мониторингом геологической среды называется система постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управления геологической средой или какой-либо ее частью, проводимая по заранее намеченной программе в целях обеспечения оптимальных экологических условий для человека в пределах рассматриваемой природно-технической системы.

Законом «О недрах» (редакция от 29.05.2002 г.) определено, что в состав работ по государственному геологическому изучению недр входит составной частью государственный мониторинг геологической среды (состояния недр), который, в свою очередь, является подсистемой комплексной системы мониторинга окружающей природной среды и использования природных ресурсов Российской Федерации.

В соответствии с Положением о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации № 433 от 21.05.2001г., государственный мониторинг состояния недр (ГМСН) представляет собой систему регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки, обобщения и анализа информации для оценки состояния и использования недр, а также прогноза их изменений под влиянием естественных природных факторов, недропользования и других видов антропогенной деятельности.

В государственной системе мониторинга состояния недр выделяются следующие подсистемы:

- мониторинг подземных вод (подземных водных объектов);

- мониторинг опасных экзогенных геологических процессов;

- мониторинг месторождений полезных ископаемых;

- мониторинг участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых;

Основным источником формирования и пополнения информационных ресурсов ГМСН являются данные о состоянии геологической среды, полученные при проведении регулярных наблюдений по опорной государственной наблюдательной сети федерального и территориального уровней. Для сбора информации используются различные методы наземных и дистанционных наблюдений.

**Государственный мониторинг геологической среды**

Государственный мониторинг геологической среды организован в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации №1229 от 24.11.93г. ”О создании Единой Государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ)”.

Работы по ведению государственного мониторинга проводятся Территориальными центрами государственного мониторинга геологической среды (ТЦ ГМГС). ТЦ ГМГС - является официальным органом, информация которого должна использоваться компетентными органами при принятии управленческих решений.

Основное целевое назначение работ - получение информации о состоянии геологической среды, ее анализ и обобщение; формирование, ведение и пополнение компьютерных баз данных о состоянии недр; подготовка отчетной регламентной информации о состоянии недр и представление ее в установленные сроки на региональный и федеральный уровни; оценка состояния и прогноз изменения геологической среды.

Работы выполняются по сетям постов – федерального, территориального и объектного уровней наблюдений. Финансирование работ производилось из средств федерального и территориального бюджетов и за счет средств предприятий.

Основными целями и задачами государственного мониторинга геологической среды являются:

* обеспечение федеральных и областных органов власти сведениями о состоянии геологической среды;
* изучение состояния подземных вод в естественных и нарушенных условиях (режима уровня, температуры, качественного состава подземных и поверхностных вод, величины водоотбора и дренажа и т.д.) и экзогенных геологических процессов;
* создание и ведение информационно-справочных данных, ведение Государственного водного кадастра и учета подземных вод;
* обобщение полученной информации, подготовка годовых и других отчетных документов, выдача информации о состоянии геологической среды потребителям, включая Госцентр «Геомониторинг», Министерство природных ресурсов РФ и органы местной, исполнительной власти;
* информационное взаимодействие между различными подсистемами ЕГСЭМ.

В годовых отчетах обобщается информация, полученная по ведению мониторинга геологической среды за год, даются сравнения с результатами предыдущих лет наблюдений.

Территориальные центры государственного мониторинга геологической среды поддерживает информационную взаимосвязь со смежными подсистемами Единой государственной системы экологического мониторинга. Информационный обмен осуществляется с Областными центрами по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, с Комитетом по делам ГО и ЧС, Областными комитетами по статистике, центрами санитарно - эпидемиологического надзора, с территориальными фондами геологической информации и др..

Для получения полной информации о современном состоянии геологической среды, Территориальные центры активно работает с потенциально опасными по чрезвычайным ситуациям производственными объектами в части организации и ведения мониторинга геологической среды непосредственно в пределах промышленных площадок.

**Состав программных средств при мониторинге**

При обработке пространственно распределенных данных используются различные методы (с применением ГИС ArcInfo, ArcView с модулем Spatial Analyst) от самых простых – подсчет и определение положения объектов, построение статистических поверхностей различными методами интерполяции, сравнение данных одного покрытия с другими и т.д. до сложных – создания картографических моделей изучаемых объектов. ГИС не является полным набором пространственноаналитических средств. Во многих случаях выполняется комбинирование инструментов ГИС с программами статистического анализа данных, средствами для математически сложных вычислений, средствами пространственного анализа и объемного математического моделирования геофильтрации и геомиграции. Большое значение придается развитию методов и методик компьютерной обработки материалов дистанционного зондирования. В настоящее время данные дистанционного зондирования (ДДЗ) все больше применяются при инженерно-геологических, геологических, экологических, гидрологических, гидрогеологических исследованиях, приходя на смену традиционным методам исследований и измерений. Внедрение методов исследований, использующих материалы ДДЗ, происходит в русле широкой интеграции с компьютерными технологиями обработки и анализа пространственных данных. Использование компьютерных технологий обработки материалов ДДЗ позволяет оперативно получать актуальную и корректную информацию, которую можно использовать при:

- актуализации топографических карт (создании и корректировке сетей автодорог, железных дорог, гидрографии, построении цифровых моделей рельефа (ЦМР) на основе данных стереосъемки и т.д.);

- геоэкологических исследованиях; - количественной оценке динамики геологических и инженерногеологических процессов;

- ландшафтных и геоботанических исследованиях;

- комплексном изучении и картографировании лесов, болот, почв и других компонентов природной среды; - обнаружении и контроле чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения и др.

**Службы мониторинга**

На территории Российской Федерации функционирует ряд служб мониторинга загрязнения природной среды и состояния природных ресурсов среди которых выделяются и выделялись следующие:

1) **Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды**. Государственная система мониторинга Росгидромета базируется на сети пунктов режимных наблюдений. Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха проводится в 334 городах Российской Федерации, из них регулярно на стационарных постах в 255 городах и посёлках, в большинстве из которых измерялись концентрации от 5 до 25 ингредиентов.

Общий объём определений содержания вредных веществ в атмосферном воздухе городов и населённых пунктов за год составляет около 4 млн. проб. Степень загрязнения почв оценивается по результатам более 30 – 50 тысяч определений из проб, отбираемых в отдельные годы в 300 – 500 хозяйствах.

Загрязнение поверхностных вод суши контролируется по всем основным водотокам и водоёмам. За год отбирается и анализируется почти 40 тысяч проб воды, выполняется около 950 тыс. определений по 158 гидрохимическим показателям.

Гидробиологическими наблюдениями охвачено 218 водных объектов. Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводят 623 морские станции. Сеть станций наблюдения транспортного переноса вредных веществ ориентирована на западную границу Российской Федерации. На трёх станциях наблюдения проводится отбор проб на атмосферный аэрозоль, диоксиды серы и азота, а также отбор проб атмосферных осадков. В настоящее время насчитывается около 40 постов наблюдения системы комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния лесной растительности, осуществляемого службами Росгидромета и лесного хозяйства.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 645 метеостанциях, охватывая площадь 17 млн. км2 . В пробах определялись ионы сульфата, аммония, значения рН, а также бенз(а)пирен и тяжёлые металлы. Сеть системы глобального атмосферного фонового мониторинга (БАПМоН) состоит из станций трёх типов: базовых, региональных и региональных с расширенной программой.

На территории России шесть станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) были расположены в биосферных заповедниках. Работает система мониторинга важнейших компонентов атмосферы: озона, диоксида углерода, оптической плотности аэрозоля, химического состава осадков, атмосферно-электрических характеристик. Наблюдения за этими компонентами входило в обязательную программу исследований в рамках ГСА (глобальной службы атмосферы) БАПМоН, а входящие в них станции являлись частью глобальных международных наблюдательных сетей.

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории Российской Федерации ведутся ежедневно. Более чем на 1300 метеостанциях измерялись уровни радиации на местности, на 300 пунктов – уровни радиационных выпадений, а на 50 из них – концентрации.

В Росгидромете создана система оперативного выявления и исследования опасных эколого-токсикологических ситуаций, связанных с аварийным загрязнением окружающей природной среды.

2) **Министерство природных ресурсов России**. Наблюдательная сеть насчитывает 18 тысяч пунктов наблюдений естественного и нарушенного режимов подземных вод и их химического состава. Данные наблюдений поступают в систему Государственного водного кадастра.

3) **Министерство сельского хозяйства**. Мониторинг загрязнения почв, растительной продукции, вод и снега тяжёлыми металлами, пестицидами и нитратами в агропромышленном комплексе осуществлялся с 1990 г. на 300 постоянно действующих реперных участках. Кроме того, на 350 стационарных контрольных участках проводятся наблюдения за радиационной обстановкой.

4) **Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации**. Санитарно-эпидемиологическая служба ежегодно собирает информацию о состоянии окружающей среды в связи с его влиянием на здоровье населения. За год исследуется:

• водопроводная вода – более 2 млн. анализов проб;

• поверхностные воды суши – около 90 тысяч анализов;

• почва – более 5 тысяч анализов;

• атмосферный воздух – около 500 тысяч анализов;

• пищевые продукты – более 3,2 млн. анализов;

• источники шума – около 500 тысяч замеров;

• источники вибрации – более 500 тысяч замеров;

• источники электромагнитных и других излучений – более 2 млн. замеров.

**Системы автоматического мониторинга**

По-видимому, первые автоматические системы слежения за параметрами внешней среды были созданы в военных и космических программах. Известно, что уже в 50-е годы в системе ПВО США использовались семь эшелонов плавающих в Тихом океане автоматических буев. В настоящее время процесс миниатюризации электронных схем дошёл уже до молекулярного уровня, делая реальным полностью автоматизированные, с всеобъемлющим программным обеспечением, сложные многоцелевые и в то же время компактные, полностью автономные системы слежения за качеством окружающей среды. Их развитие в настоящее время сдерживается не техническими, а прежде всего финансовыми трудностями – они всё ещё стоят очень дорого – и, как ни странно, организационными проблемами многоуровневого управления такими системами, настолько информативными и потенциально мощными, что их создание и эксплуатация приобретают политическое значение. Можно даже сказать, что социально и психологически общество не готово к использованию таких систем, которые по существу опередили своё время, что в современном обществе скорее является правилом, чем исключением. Основными структурными блоками современных автоматических систем мониторинга в настоящее время являются:

• датчики параметров окружающей среды – температуры, солёности вод, солнечной радиации, ионной формы металлов в водной среде, концентраций основных загрязнений атмосферы и вод, включая синтетические ПАВ (СПАВ), гербициды, инсектициды, фенолы, пестициды (гексахлорциклогексаны), бенз(а)пирены и др.;

• датчики биологических параметров – прироста древесины, проективного покрытия растительности, гумуса почв и др.;

• автономное электропитание на основе совершенных аккумуляторов или солнечных батарей, прогресс в разработке которых также был обеспечен в течение последних 20-30 лет щедрым финансированием космических программ;

• миниатюризированные радиопередающие и радиоприёмные системы, действующие на относительно короткое расстояние – 10 – 15 км;

• компактные радиостанции, передающие на сотни и тысячи километров;

• системы спутниковой связи;

• современная вычислительная техника;

• программное обеспечение ЭВМ.

**Критерии оценки состояния природных сред**

Оценка состояния и изменения окружающей среды природной среды является одной из важнейших функций геоэкологического мониторинга. Оценка предполагает сравнение фактического или прогнозируемого состояния среды с заранее определенными критериями. В качестве критериев могут выступать показатели исходного состояния наблюдаемых компонентов и комплексов, характеристики так называемых объектов-эталонов (фоновые характеристики), но чаще всего в этом качестве используются различные нормативные показатели, характеризующие меру возможного воздействия человека на природу. В настоящее время в практике мониторинговых наблюдений используются следующие основные группы нормативных показателей – санитарно-гигиенические и экологические.

**Санитарно-гигиенические показатели**

Санитарно-гигиенические показатели устанавливаются исходя из требований экологической безопасности населения. К ним в первую очередь следует отнести нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе, воде, почвах и продуктах питания, а также нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в воздух и водоемы.

**ПДК** – это максимальная концентрация веществ, не влияющая негативно на здоровье людей настоящего и последующих поколений при воздействии на организм человека в течение всей его жизни.

**ПДВ** - максимальный объем веществ в единицу времени, который не ведет к превышению их ПДК в сфере влияния источника загрязнения. В настоящее время насчитывается большое число нормативов допустимого содержания веществ и энергии различного происхождения, Только ПДК для химических веществ установлено в воде водоемов около 1500. В атмосферном воздухе – более 450, в почве – более 100. При наличии столь внушительного числа показателей ПДК возникает необходимость определения перечня наиболее представительных веществ, подлежащих контролю в процессе мониторинга.

**ПДК в воздушной среде**

ПДКр.з. - предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м3 . Это концентрация при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений заболеваний или отклонений, обнаруживаемых современными методами исследования. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

ПДКм.р. - предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест мг/м3 . Эта концентрация при вдыхании в течение 20 минут не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных (психических)) реакций в организме человека.

ПДК.с.с. - предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе населенных мест, мг/м3 . Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном вдыхании.

В настоящее время действуют «ПДК вредных газов, паров и аэрозолей в воздухе рабочей зоны», установленные для 445 загрязняющих веществ, и «ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест», включающие 109 загрязняющих веществ.

Установление ПДК каждого отдельного вещества требует продолжительных экспериментальных исследований, тогда как новые химические соединения и их комбинации получают, синтезируют и внедряют в производство значительно быстрее. Для устранения этого разрыва во времени используют расчетные методы определения ПДК, которые позволяют прогнозировать токсическое действие химических соединений, исходя из физико-химических характеристики результатов простейших токсикологических исследований. Для многих веществ, загрязняющих воздух, ориентировочные значения ПДК, рассчитанные с помощью регрессионного анализа, оказались весьма близки к нормативным, определенным экспериментально.

**ПДК в водной среде**

• ПДКв – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л. Эта концентрация не должа оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей жизни, а также на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

• ПДКв.р. – Предельно допустимая концентрация вещества в воде водоёма, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/л. Оценка качества водных экосистем основана на нормативных и директивных документах, использующих прямые гидрогеохимические оценки. Для воды установлены предельно допустимые концентрации более чем 960 химических соединений.

Самые высокие требования предъявляются к питьевой воде. Государственный стандарт на воду, используемую для питья и в пищевой промышленности (CанПиН 2.1.4.1074-01), определяет благоприятные для человека показатели воды: вкус, запах, цвет, прозрачность, а также безвредность её химического состава и эпидемиологическую безопасность.

Питьевая вода в любое время года не должна содержать менее 4 г/м3 кислорода, а наличие в ней минеральных примесей (мг/л) не должно превышать: сульфатов (SO4 2-) – 500; хлоридов (Cl - ) – 350; железа (Fe2+ + Fe3+) – 0,3; марганца (Mn2+) – 0,1; меди (Cu2+) – 1,0; цинка (Zn2+) – 5,0; алюминия (Al 3+) – 0,5; метафосфатов (PO3 - ) – 3,5; фосфатов (PO4 3-) – 3,5; сухого остатка – 1000. Таким образом, вода пригодная для питья, если ее общая минерализованность не превышает 1000 мг/л. Очень малая минерализованность воды (ниже 100 мг/л) тоже ухудшает её вкус, а вода, вообще лишённая солей (дистиллированная), вредна для здоровья, так как её употребление нарушает пищеварение и деятельность желез внутренней секреции. Иногда по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы допускается содержание сухого остатка до 1500 мг/л. Показатели, характеризующие загрязнение водоёмов и питьевой воды веществами, отнесёнными к 3 и 4 классам опасности, а также физико-химические свойства и органолептические характеристики воды (мутность, запах, вкус) относятся к дополнительным. Их используют для подтверждения степени интенсивности антропогенного загрязнения водоисточников, установленного по приоритетным показателям. Применение различнх критериев оценки качества вод должно основываться на преимуществе требований того водопользования, чьи критерии жестче. Например, если водный объект одновременно служит для питьевых и рыбохозяйственных целей, то к оценке качества вод могут предъявлять более строгие требования (экологические и рыбохозяйственные).

**ПДК в почве**

ПДКп – предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы. Вопрос установления ПДК загрязняющих веществ в почвах весьма сложен. С одной стороны, почвенный покров – среда, гораздо менее подвижная, чем поверхностные воды и атмосфера, и аккумуляция поступающих в почву химических соединений может происходить в течение долгого времени, постепенно приближаясь к предельно допустимым концентрациям. Поэтому основным фактором определения предельно допустимых выбросов (ПДВ) для какого-либо предприятия или группы предприятий должно быть предполагаемое время работы, в течение которого в почве прилегающих территорий накопится количество выбрасываемого загрязняющего вещества, достигающее ПДК. С другой стороны, активная микробиологическая жизнь почвы и протекающие в ней физико-химические процессы способствуют трансформации посторонних веществ, поступающих в почву, причем направление и глубина этого процесса определяются многими факторами. В ряде случаев разрушение и миграция загрязняющих веществ так мала, что ими можно пренебречь; в других случаях результаты протекания процессов деградации и миграции посторонних химических соединений в почве сопоставимы с темпами поступления, и предел их накопления в почве обусловливается равновесием между процессом поступления загрязняющих веществ и удалением в результате разрушения или миграции. Таким образом, ПДК загрязняющих веществ в почвах определяется не только химической природой и токсичностью, но и особенностями самих почв. В отличие от воздуха и воды, почвы зонально-генетического ряда настолько отличаются друг от друга по химическому составу и свойствам, что для них не могут быть установлены унифицированные уровни ПДК. Эти уровни должны варьировать в зависимости от биоклиматических особенностей природной зоны, свойств почвы, возделываемых культур, системы удобрений, агротехники и т. п. Принципы нормирования химических загрязнений почвы несколько отличаются от принятых для атмосферного воздуха и природных вод, поскольку поступление вредных веществ в организм человека и животных непосредственно из почвы происходит в исключительных случаях и в незначительных количествах. В основном химические соединения, находящиеся в почве, поступают в организм через другие субстраты, контактирующие с почвой, - воду, воздух, растения. Поэтому при определении ПДК загрязняющих веществ в почве особое внимание уделяется тем соединением, которые могут мигрировать в атмосферу, грунтовые или поверхностные воды или накапливаться в растениях, снижая качество сельскохозяйственной продукции. От других компонентов биосферы почва отличается ещё и тем, что загрязняющие вещества поступают в неё не только с атмосферными выпадениями, поливными водами, в составе балластных веществ и различных отходов, но и вносятся как удобрения и ядохимикаты. При этом в почвах сложно проследить тенденции изменения уровней загрязнения, так как для этого требуются длительные наблюдения. Исключение составляет лишь некоторые виды пестицидов, способные быстро разлагаться под воздействием внешних факторов.

**Другие показатели**

Если величина ПДК в различных средах не установлена, действует временный гигиенический норматив ВДК (ОБУВ) – временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) вещества. Временный норматив устанавливается на определенный срок (2-3 года).

**Экологические критерии**

Экологические критерии рассматриваются как мера антропогенного воздействия на экосистемы и ландшафты, при которой их основные функционально-структурные характеристики не выходят за пределы естественных изменений. Они призваны определить область и границы допустимого состояния природных систем и дозволенного воздействия на них со стороны человека. Использование экологических критериев позволяет оценивать и ранжировать сложившиеся ситуации. Основываясь на данных нормативного документа, утвержденного Минприроды РФ 30 ноября 1992 «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», выделяются «участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных», которые объявлены зонами чрезвычайной экологической ситуации (статья 58 Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», раздел VIII «Чрезвычайные экологические ситуации»). Кроме этого, «участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны» объявляются зонами экологического бедствия (статья 59) (Критерии …, 1992). Выявление зон экологического бедствия и зон чрезвычайных экологических ситуаций на основании предложенных критериев проводится с целью определения источников и факторов ухудшения экологической обстановки и разработки обоснованной программы неотложных мер по стабилизации и снижению степени экологического неблагополучия на обследуемой территории. Экологическая обстановка может классифицироваться по возрастанию степени экологического неблагополучия следующим образом: 1 – относительно удовлетворительная; 2 – напряженная; 3 – критическая; 4 – кризисная (или зона чрезвычайной экологической ситуации); 5 – катастрофическая (или зона экологического бедствия).

В системе мониторинга геологической среды важным моментом являются проблемы оценки существующих или возможных техногенных воздействий на геологическую среду. Вопросы систематизации техногенных воздействий на геологическую среду начали разрабатываться с 50-60-х годов. В настоящее время предложено много как общих, так и частных классификаций техногенных воздействий, построенных по разным признакам деления.

Существующие схемы типизации техногенных воздействий разрабатываются в трех направлениях:

1) по видам хозяйственной деятельности;

2) по набору определенных воздействий на конкретный компонент геологической среды;

3) по комплексу параметров, отражающих природу воздействия.

Одна из перовых попыток типизации техногенных воздействий по комплексу признаков была сделана известным учёным в области инженерной геологии, профессором. Котловым Фёдором Васильевичем (1978). Им выделены категории техногенных воздействий по времени действия, направленности, площади и другим признакам.

Кроме того, по воздействию на определенный компонент геологической среды им выделено три вида воздействия:

1) напряженное состояние пород;

2) тепловое состояние пород и подземных вод;

3) режим поверхностных и подземных вод.

Проблема оценка существующих или возможных техногенных воздействий на геологическую среду является центральной в системе мониторинга. Методика типизации геологической среды с учетом компонентов геологической среды (рельеф, горные породы, подземные воды, геологические и инженерно-геологические процессы) в инженерной геологии достаточно полно разработана. Одним из главных вопросов в методике оценки воздействия на геологическую среду (ОВГС) является выбор и обоснование критериев для оценки изменений состояния геологической среды или просто – ее измененности.

Все многообразие частных критериев ОВГС объединяется в пять групп:

1. В группе геохимических критериев оценивается химическое, бактериологическое, механическое и радионуклидное техногенное загрязнение поверхностных и подземных вод, почв, пород зоны аэрации, искусственных грунтов и донных осадков
2. Группа инженерно-геологических критериев. Критериями данной группы оценивается площадная поражённость исследуемой территории как природными, так и инженерногеологическими процессами с расчетом соответствующего коэффициента поражённости.
3. Группа гидрогеологических критериев. Данная группа включает в себя традиционные гидрогеологические характеристики, к которым относятся: глубины залегания уровня грунтовых вод, размеры депрессионных воронок, качественный состав подземных вод, водопроницаемость и водопроводимость пород, минерализация подземных вод, взаимосвязь поверхностных и грунтовых вод, изменение пьезометрических уровней основных водоносных горизонтов, изменение (инверсия) речного стока и другие. При мониторинге геологической среды данные показатели используются для оценки скоростей техногенного изменения различных гидрогеологических процессов во времени.
4. Группа геоморфологических критериев. Группа включает в себя характеристики, используемые для оценки степени измененности рельефа как элемента геологической среды. В качестве данных критериев могут использоваться площадь и размах техногенного рельефа, который включает в себя как положительные, так и отрицательные формы, созданные в процессе техногенной деятельности, в том числе участки планировочных работ со срезкой грунта или отсыпкой (намывом) и рекультивируемые территории. В рамках ОВГС оценка степени измененности рельефа для различных территорий (равнинных, предгорных, горных и др.) проводится по разным градациям (шкалам) со слабо-, средне- и сильноизмененным рельефом. Исходя из этих градаций, площади горных отводов с глубокими карьерами, разрезами, высокими внешними отвалами, терриконами и мульдами оседания будут классифицироваться как территории с сильноизмененным или переработанным рельефом, кроме этого, при мониторинге появляется возможность указанные выше геоморфологические критерии дополнить показателями скорости техногенного изменения рельефа.
5. Группа ресурсных критериев. Группа включает в себя оценку степени техногенной измененности природных ресурсов исследуемой территории, таких, как подземные и поверхностные воды, почвы и т.д. Состояние ресурсов поверхностных вод (без учета влияния на них загрязнения) может оцениваться по изменению их стока, а по возможности, и по изменению его режима применительно ко всему бассейну реки или его части.

**Наблюдательные сети и объём работ**

Площадь исследования при мониторинге ГС устанавливается с учетом границ лицензируемых участков, а также промышленной территории, санитарно-защитной зоны и экологической напряженности данного района. Основу сбора информации о геологической среде в ходе мониторинга составляют наблюдательные сети, которые призваны обеспечить всесторонний сбор достоверной информации о среде в целом и ее отдельных элементах. В зависимости от назначения в мониторинге геологической среды используют четыре основные группы наблюдений: инвентаризационные, ретроспективные, режимные и методические. **Инвентаризационные наблюдения** (от слова «инвентаризация» – подсчет имеющегося в наличии на данный момент) проводятся достаточно редко, через длительный срок, для того чтобы либо оценить начальное состояние геологической среды, либо оценить многолетние изменения геологической среды. Инвентаризационные наблюдения, как правило, включают в себя набор трудоемких или дорогостоящих методов наблюдений за объектами геологической среды, которые не могут часто использоваться или входить в состав режимных наблюдений. Эти наблюдения носят характер инвентаризации на определенный период и могут проводиться либо один раз в год, либо в 2-3 года и более. **Ретроспективные наблюдения** (от слова «ретроспекция» – взгляд в прошлое, обращение к прошлому) составляют второй вид натурных наблюдений, используемых в мониторинге геологической среды. По срокам и периодичности проведения ретроспективные наблюдения могут быть различными в зависимости от того, насколько велика скорость изменения того или иного элемента геологической среды.

**Режимными стационарными наблюдениями** называются наблюдения за динамикой процессов и явлений на наблюдательных стационарах – наблюдательных участках, точках, пунктах – в целях выявления их закономерностей и обусловленности. Они отражают определенные временные (ежегодные, сезонные, ежемесячные, суточные и др.) колебания в системе наблюдаемых объектов и процессов. Режимные наблюдения в общей методике инженерно-геологических исследований составляют определенный, самостоятельный и важный вид геологических работ, который входит как часть наблюдений и в мониторинге геологической среды.

**Методические наблюде**ния направлены на совершенствование методов мониторинга или на создание новых. Методические наблюдения часто предшествуют режимным или ретроспективным для корректировки или уточнения программ наблюдений.

**Наблюдательные сети** в пределах геологической среды формируются в определенном трехмерном пространстве. В зависимости от масштаба исследований или ранга мониторинга геологической среды наблюдательные сети бывают детальные, локальные, региональные или национальные. Они охватывают определенные площади – так называемые наблюдательные полигоны соответствующего уровня.

**Наблюдательные полиг**оны могут включать всю исследуемую территорию или только ее часть. В последнем случае наблюдения ведут либо на опытных площадках, оборудованных соответствующим образом, либо на эталонных участках, геологическое строение которых отражает лишь какой-либо один характерный элемент геологической среды.

Низшей структурной единицей иерархической системы наблюдений мониторинга геологической среды является точка наблюдения – точка отбора проб грунта или почвы, родник, колодец, скважина и т.п.

Следующий уровень – наблюдательный пост (гидрогеологический, геокриологический, инженерно-геологический, геофизический и т.п.), состоящий в случае гидрогеологических наблюдений из группы поэтажно оборудованных наблюдательных скважин. Пост обычно обеспечивает какую-либо одну группу наблюдений, а в случае комплексного применения методов наблюдений (например, гидрогеологических и геофизических) перерастает в наблюдательный полигон. В пределах наблюдательного полигона оборудуется система наблюдательных скважин и экспериментальных площадок, предназначенных для изучения конкретных инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических явлений и процессов.

Полигоны низшего ранга – детальные наблюдательные полигоны, предназначенные для решения различных узких задач сбора первичной информации на участках, типовые условия которых соответствуют опорному полигону.

Опорный полигон соответствует локальному уровню исследований и оборудуется на типовом (опорном) участке, характеризующем какую-либо таксономическую единицу инженерно-геологического типологического районирования. Разновидностью опорных полигонов являются так называемые фоновые полигоны, или полигоны для сбора фоновой информации на территории, не затронутой техногенными воздействиями.

На территории суши Земли площадь неизмененных или незначительно измененных человеком земель постоянно сокращается и сейчас составляет около 15% площади суши, 30% территории составляют частично преобразованные земли и 55% территории, интенсивно измененные и используемые человеком.

На региональном уровне исследований в качестве таких участков для оценки фоновых значений показателей может использоваться существующая в России сеть биосферных заповедников и заказников, которая включена в систему глобального мониторинга природной среды.

Биосферные заповедники или заказники разного ранга имеются практически во всех административных районах России. Совокупность ряда опорных полигонов образует региональный наблюдательный полигон.

Такие полигоны позволяют устанавливать наиболее общие региональные закономерности изменения геологической среды на всей территории. Специальные наблюдательные полигоны создаются для наблюдений за какими-либо негативными процессами на различных ответственных или уникальных сооружениях. Сложность таких сооружений (например, гидроузла, АЭС и т.п.) обуславливает проведение особых защитных инженерных мероприятий и, соответственно, особых наблюдений, проводимых по специально составленной программе. В связи с этим в системе мониторинга геологической среды специальные полигоны выделяются в отдельный вид.

**Опытно-методический полигон** в системе мониторинга геологической среды выполняет роль испытательного. В отличие от опорных участков на опытно-методических полигонах ведется проверка и отработка всевозможных методов контроля и сбора первичной информации за элементами геологической среды, проводятся натурные эксперименты, отрабатываются модели и т.д. **Изыскательские полигоны** служат для кратковременных (на период изысканий) исследований и режимных наблюдений в системе мониторинга. Исследования на них ведутся в соответствии с действующими нормативными документами. Такие полигоны создаются на начальных стадиях формирования наблюдательной сети мониторинга, на стадиях предварительных исследований и т.п.