

УДК 577.4 + 624.131.1 (575.1)

Туляганов Б.И. (ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»  
при УГН Госкомгеологии РУз)

## ЭТАПЫ И МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ПОПУТНЫХ ВОД В ГЛУБОКИЕ ГОРИЗОНТЫ

*Рассмотрена схема последовательности вовлечения новых объектов в систему мониторинга за состоянием недр. Предложены этапы инженерно-геоэкологических исследований. I этап — ведение ведомственного мониторинга, состоящего из двух самостоятельных видов: геоэкологического аудита (оценка текущего состояния инженерно-геологических и геоэкологических условий объекта исследований) и объектного мониторинга (организация полигона подземного захоронения и ведение ведомственного мониторинга). II этап — адаптация существующей сети для вовлечения ее в систему государственного мониторинга. Соответственно для каждого этапа ведения мониторинга даны: цель, задачи и методы решения. **Ключевые слова:** попутные и сточные воды, полигоны захоронения, этапы исследований, геоэкологический аудит, ведомственный и государственный мониторинг.*

Tulyaganov B.I. (HYDROINGEO Institute at the UGN Goskomgeologiya RUZ)

## PHASES AND METHODOLOGY OF ENGINEERING GEOECOLOGICAL INVESTIGATION FOR JUSTIFICATION OF PRODUCED WATER BURIAL INTO DEEP LEVEL

*Sequential flow process of involvement of new objects into system of monitoring of depths' condition has been considered. Suggestion for setting up engineering geoeological phases has been made. Phase I — conducting departmental monitoring that consist of two independent types: geoeological audit (assessment of current condition of engineering geological and geoeological conditions of the object of investigation) and site monitoring (setup landfill for underground burial and maintain departmental monitoring). Phase II — adaptation of existing landfill for involvement it into the system of state monitoring. Accordingly, both monitoring has its objectives and goals as well as solution techniques. **Keywords.** Produced and waste waters, landfill, phases of investigation, geoeological audit, departmental and state monitoring.*

Подземное захоронение жидких отходов производства (попутных вод) является важным и действенным природоохранным мероприятием, так как направлено на удаление отходов из среды непосредственного

обитания человека и предотвращение неизбежного загрязнения поверхностной гидросферы и подземных вод зоны активного водообмена.

Глубинное захоронение состоит в нагнетании попутных вод через буровые скважины в геологические горизонты, обладающие коллекторскими свойствами и изолированные слоями слабопроницаемых пород от поверхности и горизонтов пресных подземных вод.

При должном инженерно-геологическом и геоэкологическом обосновании, соблюдении соответствующих условий и требований этот метод сам по себе безопасен. Но это вовсе не означает, что реализация этого вида недропользования является несложной общедоступной процедурой.

Подземное захоронение отходов, в том числе жидких, достаточно четко регламентируется законами («О недрах», «Об охране природы» и др.), постановлениями, инструкциями и другими нормативными документами. Предоставление недр в пользование для этих целей обязательно оформляется специальным государственным решением в виде протокола Государственного комитета по запасам при Кабинете Министров РУз. Для этого составляется технический проект, который предусматривает постановку специальных работ по инженерно-геологическому и геоэкологическому изучению мезозойско-кайнозойских отложений для выбора объекта (горизонта) депонирования попутных и сточных вод.

Необходимо отметить, что по глубине захоронения промышленные сточные воды подразделяются на [1]:

- грунтовые — в интервале до 20 м;
- подземные: малой глубины (в интервале от 21 до 300 м), средней глубины (от 301 до 1000 м) и большой глубины (свыше 1000 м).

Грунтовые сооружения или полигоны используются в основном при утилизации малых (до 50 м<sup>3</sup>/сутки или до 15–20 тыс. м<sup>3</sup>/год) объемов попутных и сточных вод или ядохимикатов. В Узбекистане применяются два метода утилизации — факельный метод (с помощью струи огня под большим давлением выжигаются утилизируемые отходы) (рис. 1а) и метод испарения (попутные и сточные воды заливаются поочередно в несколько прудков, где идет интенсивное испарение) (рис. 1б). Ведение исследований (мониторинга) этого интервала является прерогативой экологической службы республики.

Подземные полигоны (сооружения) используются при утилизации от средних (от 51 до 300 м<sup>3</sup>/сутки или до 100 тыс. м<sup>3</sup>/год) до больших (более 1001 м<sup>3</sup>/сутки или более 365 тыс. м<sup>3</sup>/год) объемов попутных и сточных вод (рис. 2). Ведение исследований (мониторинга) подземных горизонтов является **прерогативой геологической службы** республики.

Для наблюдения за миграцией стоков по пласту и в соседние водоносные горизонты бурятся наблюда-

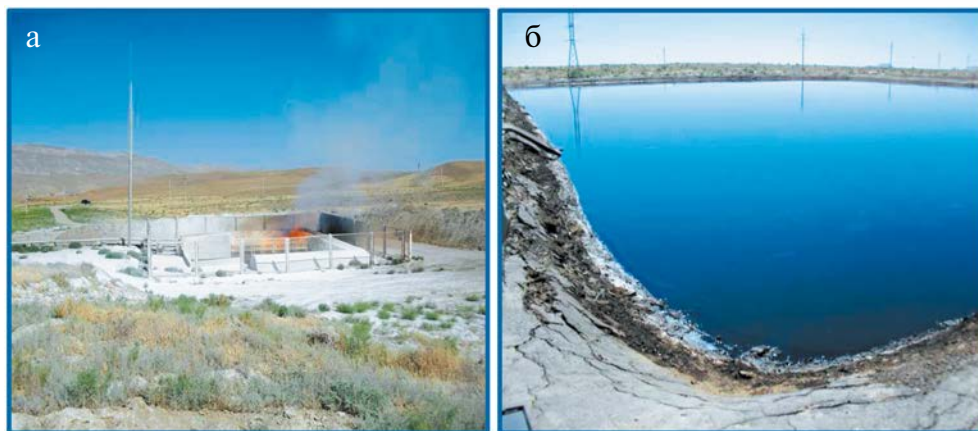


Рис. 1. Утилизация попутных и сточных вод факельным методом (а) и методом испарения (б)

тельные скважины, количество которых зависит от гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических условий, степени токсичности закачиваемых попутных вод, их объема, физико-химических свойств водоносного горизонта и др.

**Этапы инженерно-геологических и геоэкологических исследований (мониторинг) в специально оборудованных скважинах.** Метод захоронения в глубокие горизонты направлен на охрану природных ресурсов от загрязнения, поэтому проектируемые работы по депонированию попутных и сточных вод (промышленных отходов) должны быть организованы в соответствии с законами «О недрах», «Об охране природы», «О государственном санитарном надзоре», «Об отходах», «О воде и водопользовании», «Об охране атмосферного воздуха», «Об охране и использовании животного мира», «Об охране и использовании растительного мира» [2, 7] и ряда Постановлений КМ РУз.

Как видим, если правовая основа организации и проведения работ по подземному захоронению попутных и сточных вод (промышленных отходов) в настоящее время разработана в Республике достаточно полно, то нормативная база мероприятий по созданию и проведению работ (ведения мониторинга) на полигонах подземного захоронения проработана пока недостаточно. Документа, регламентирующего эти работы на республиканском уровне, до сих пор нет.

Выделяются три основных направления использования метода подземного захоронения (ПЗ) попутных и сточных вод (промышленных отходов) в разных отраслях производственной деятельности [3].

Это:

- ПЗ жидких токсичных (радиоактивных) и других отходов промышленности;
- ПЗ промышленных стоков химических и аналогичных производств;
- ПЗ промышленных стоков газо- и нефтедобычи, и первичной сепарации продуктов.

Обоснование, подготовка и проведение работ по ПЗ (по проведению мониторинга полигонов) на этих направлениях характеризуются существенными различиями.

Так, в нефтедобывающей отрасли к проведению необходимых мероприятий по мониторингу систем захоронения в большинстве случаев относятся как к трехстепенной задаче. Во многих случаях захоронение отходов осуществляется без специальных исследований с использованием скважин, не соответствующих по конструкции и техническому состоянию требованиям, предъявляемым к поглощающим скважинам. Также нет четкости при обосновании выделе-

ния и подхода к определению размеров такого важного элемента полигона, как горный отвод недр. На разных полигонах принимаются разные, нередко противоречивые методические установки.

Порядок комплексного изучения недр и вовлечение новых объектов в систему мониторинга за состоянием недр (компонентов геологической среды) должно осуществляться в следующей последовательности — создание и проведение ведомственного мониторинга на объекте, с последующей передачей созданной режим-

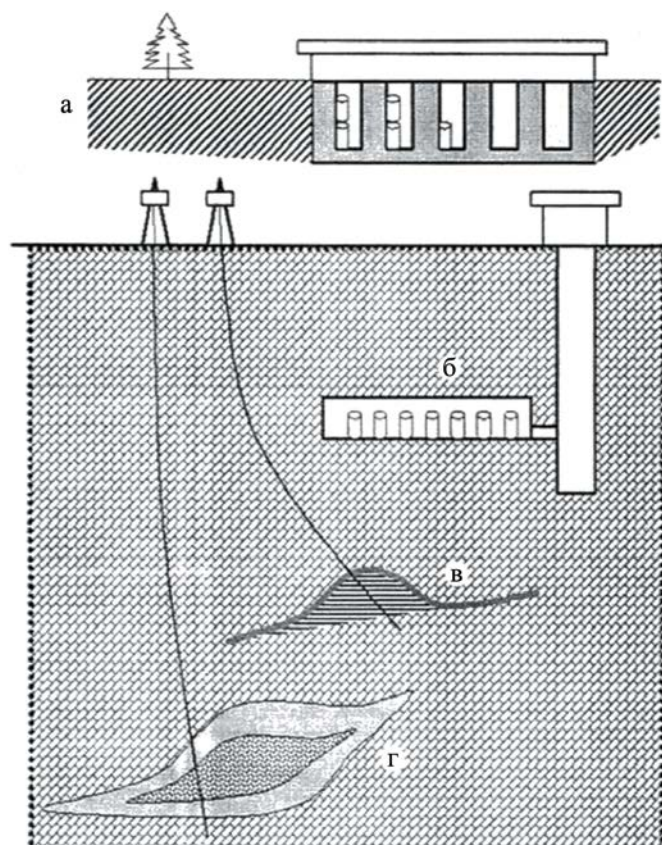


Рис. 2. Полигоны захоронения малой (б), средней (в) и большой глубины (г)

ной (мониторинговой) сети для ведения государственного мониторинга.

Предлагаем принципиальную схему последовательности вовлечения новых объектов в систему мониторинга за состоянием недр (рис. 3).

Опыт работ и обзор опубликованной литературы показал, что обоснование, подготовка и проведение инженерно-геологических и геоэкологических исследований по подземному захоронению необходимо разделить на два этапа [6]:

**I этап** — ведомственный мониторинг, который должен состоять из двух последовательных (самостоятельных) видов исследований (реализуется и финансируется организациями, выполняющими геологоразведочные работы или эксплуатацию объекта):

1) геоэкологического аудита — оценки текущего состояния инженерно-геологических и геоэкологических условий объекта исследований;

2) объектного мониторинга — организация полигона подземного захоронения (ППЗ) и ведения ведомственного мониторинга;

**II этап** — государственный (региональный) мониторинг, который направлен на вовлечение (адаптацию) созданной режимной сети ППЗ в систему Государственного мониторинга (финансируется за счет госбюджета, выделяемого Госкомгеологии РУз).

Соответственно для каждого этапа цели, задачи и методы их решения будут разными.

**I этап: 1. Геоэкологический аудит.** Ведомственный мониторинг необходимо начинать с геоэкологического аудита (с оценки текущего состояния инженерно-геологических и геоэкологических условий объекта исследований), который должен являться неотъемлемой частью проекта создания специализированной режимной сети на новых объектах, ограниченного периметром горного отвода (контрактной площади) с коэффициентом увеличения площади исследований в 1,3–1,5 раза для выявления всех источников нарушений и загрязнений, оценки текущего состояния недр, выявленных на площади нового объекта.

Известно, что условия закачки попутных и сточных вод (промышленных отходов) в подземные пласты-коллекторы возможны [5]:

— наличие поглощающих горизонтов (коллекторов), заключающих воды, непригодные для хозяйственно-технических нужд и не представляющих ценности в промышленном и лечебном отношении;

— достаточная водопроницаемость и емкость поглощающих горизонтов, т.е. высокая проницаемость слагающих пород, значительная их мощность и распространение по площади;

— надежные водоупорные толщи, изолирующие поглощающие горизонты от горизонтов, заключающих воды хозяйственно-технического, промышленного или лечебного значения;

— устранение или сведение к минимуму кольматации поглощающего горизонта в призабойной зоне.

Поэтому задачами геоэкологического аудита являются:

1) изучение геологического строения и гидрогеологических условий района будущего полигона с целью выявления возможных поглощающих горизонтов и общей их оценки;

2) инженерно-геологическое и геоэкологическое опробование скважин для установления их приемистости и определения гидрогеологических параметров, намечаемых для сброса пластов;

3) лабораторные исследования по определению физико-механических и фильтрационных свойств пород, химического состава вод, а также взаимодействие пластовых и закачиваемых вод;

4) гидрогеологические расчеты по установлению необходимого числа поглощающих скважин, ожидаемой их приемистости и необходимого давления при закачке, а также обосновывается отсутствие угрозы загрязнения водоносных горизонтов за счет закачиваемых вод.

Для выполнения геоэкологического аудита необходимо провести специализированные инженерно-геологические и геоэкологические исследования как по площади, так и по глубине.

При площадных исследованиях фиксируются и опробываются все природные и техногенные объекты и водопункты (колодцы, эксплуатационные скважины на воду и др.), из которых выбираются наиболее характерные объекты для создания опорной режимной сети для ведения ведомственного мониторинга.

Для изучения инженерно-геологических и геоэкологических условий по глубине и выполнения опытных работ должна буриться специальная разведочно-

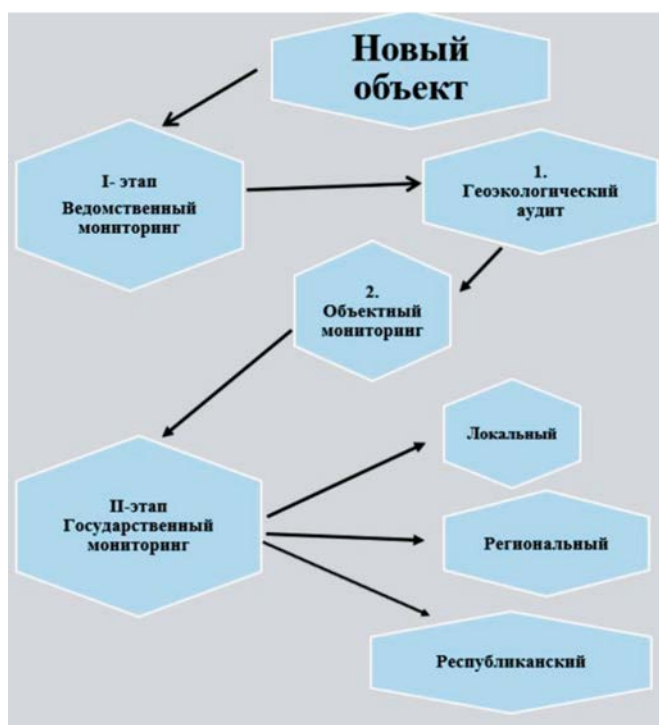


Рис. 3. Принципиальная схема последовательности вовлечения новых объектов в систему мониторинга за состоянием недр

эксплуатационная скважина (с использованием этой скважины в дальнейшем для закачки попутных и сточных вод) или используются существующие глубокие скважины, соответствующие по конструкции и техническому состоянию требованиям, предъявляемым к поглощающим скважинам.

По данным комплексного каротажа (термокаротаж; гамма-каротаж; резистивиметрия; акустическая цементметрия; кавернометрия; расходометрия) и керна материала (бурение с отбором керна) определяется горизонт-коллектор для закачки.

Для проведения опытных работ горизонты-коллекторы тщательно изолируются от ниже- и вышележащих горизонтов. После промывки ствола скважины от глинистого раствора и бурового шлама производится пробная откачка, желательна не менее чем при трех различных понижениях и наблюдение за восстановлением уровня воды после откачки. Затем определяется удельный дебит, водопроницаемость пласта, коэффициент проницаемости и фильтрации, а также коэффициент пьезопроводности. Отбираются пробы воды на анализ.

После окончания опытных работ по определению параметров пласта-коллектора производится опытная закачка попутных или технических вод, близких по химическому составу при двух-трех режимах в течение непродолжительного времени. Затем производится длительная закачка (в течение срока до 2–3 месяцев) при режиме, соответствующем эксплуатационным условиям.

По данным опытной закачки определяется проницаемость скважины при различных давлениях и ее изменение во времени, а также гидрогеологические параметры пласта (повторно), устанавливается необходимый режим эксплуатационной закачки.

Скорость распространения закачиваемой воды может быть определена по наблюдательным скважинам.

Материалы выполненных опытных работ должны быть достаточными для выполнения необходимых гидрогеологических расчетов параметров пластов-коллекторов.

В результате геоэкологического аудита должны быть выявлены [3, 6]:

— объекты — потенциальные источники нарушений и загрязнений, к которым могут относиться: пласты-коллекторы в пределах размещения отходов; стволы действующих и ликвидированных скважин; участки проливов промышленных стоков, прорывов и утечек из поверхностных трубопроводов и емкостей; участки расположения полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, хранилища ГСМ и т.д.;

— объекты, подвергающиеся загрязнению, к которым могут относиться пласты за пределами горного отвода; буферные и вышележащие водоносные горизонты; водозаборы подземных вод (скважины, колодцы и источники); поверхностные водоемы и водотоки;

— объекты (природные и техногенные), способствующие миграции отходов, размещенных в пластах-коллекторах — заброшенные поисковые и разведочные скважины; возможные зоны вертикальных

перетоков подземных вод литолого-фациального и тектонического характера.

Выделенные объекты станут основой для создания опорной режимной сети для ведения объектного мониторинга.

**I этап: 2. Объектный мониторинг.** Целью ведения объектного мониторинга является получение необходимой информации для принятия управленческих решений, обеспечивающих безопасность и оптимизацию попутных и сточных вод (промышленных стоков). Система ведения ведомственного мониторинга должна включать [3]:

— контроль технического состояния подземной части скважин;

— мониторинг динамического, санитарного и температурного состояния подземных вод и пород;

— накопление и отображение получаемых данных в геоинформационной системе;

— выполнение прогнозного моделирования (локального и регионального) и анализ результатов для своевременного принятия решений.

Поэтому инженерно-геологические и геоэкологические исследования [4] должны включать в себя выполнение работ гидродинамическими, гидрогеохимическими и геофизическими (в т.ч. геотермическими) методами.

*Гидродинамические исследования.* Длительная эксплуатация месторождений приведет к тому, что все водоносные горизонты осадочного чехла в районе объекта будут иметь измененный гидродинамический режим, значительно отличающийся от природного. Закачка попутных и сточных вод (промышленных отходов) приведет к формированию репрессивного купола в пластах-коллекторах в области нагнетания. Эксплуатация водозабора приведет к формированию депрессионной воронки в водоносных горизонтах.

В связи с этим в задачи гидродинамических исследований должно входить:

1) своевременное выявление и прекращение перетоков попутных и сточных вод (промышленных отходов) вдоль стволов нагнетательных скважин в буферный горизонт;

2) установление изменения направлений внутри и межгоризонтных потоков и напорных градиентов, оценка степени изоляции горизонтов друг от друга на полигоне и территории между полигоном и водозабором;

3) получение количественной информации о фильтрационных свойствах пород для создания цифровой модели, с последующим ее использованием при выполнении прогнозного моделирования.

Для выявления потенциально возможных (при нарушении затрубной цементации) перетоков стволов нагнетательной скважины, замеры уровней подземных вод в буферном горизонте и контрольной скважине, расположенной в непосредственной близости от нагнетательных, выполняются раз в сутки или чаще. Комбинированные измерения позволяют вычлнить влияние техногенного фактора, исключить из кривой колебания напоров влияние атмос-

ферного давления, температуры и периодические составляющие, связанные с приливными колебаниями, имеющими период, совпадающий с половиной и полными лунными сутками. Такой подход также дает возможность оценить деформацию пластов над участком пласта-коллектора попутных и сточных вод (промышленных отходов).

Изменения направлений внутри и межгоризонтных потоков и напорных градиентов определяются при периодических наблюдениях за динамикой уровней подземных вод по сети скважин на полигоне и за его пределами. Преимущественная частота замеров — раз в месяц, однако в периоды, близкие к экстремумам техногенного воздействия на пласты (например, остановка и пуск площадок закачки отходов), измерения производятся с большей частотой — до одного раза в сутки.

Исследования, выполненные на некоторых эксплуатационных месторождениях России [3] показывают, что динамическое влияние полигона захоронения прослеживается на расстоянии от 1,5 до 3,0 км от его границ. Далее динамика уровней определяется сезонными колебаниями, из которых техногенная составляющая не может быть вычленена в связи с ее малостью.

**Гидрогеохимические исследования.** Гидрогеохимические исследования выполняются путем отбора пластовой жидкости из наблюдательной скважины с предварительной прокачкой погружными насосами (компрессором) и последующим определением их химического состава.

Прокачка осуществляется до стабилизации подвижных гидрохимических показателей. Для этого непосредственно на месте отбора проб определяют содержание  $Fe_3^+$ ,  $Fe_2^+$ ,  $HCO_3^-$ , растворенный  $CO_2$  (титриметрические методы), pH, солесодержание с помощью портативных pH-, Eh- и кондуктометров. Отбор проб воды производится после стабилизации pH, Eh и солесодержания. Химический состав воды, содержание радиоизотопов, микроэлементов определяется в лабораториях. Периодически выполняется контрольный отбор проб подземных вод и определение их химического и радионуклидного состава.

Анализ результатов многолетнего гидрогеохимического мониторинга, выполненный специалистами Гидроспецгеологии (Россия), показал, что наряду с нарастанием содержания сульфатов, возрастает содержание Ca, Mg и компонентов — Ba, Sr, Rb, Mn, что связано с их мобилизацией из вмещающих пород. В этой зоне, как правило, отмечается некоторое понижение кислотности пластовых жидкостей по сравнению с природной водой.

Вблизи инъекционных скважин (в радиусе до 150–200 м)

фиксируются превышающие ПДК содержания нитратов (более 45 мг/л), сульфатов, аммония, натрия.

**Геофизические исследования.** В задачи геофизических исследований входят:

1) оценка технического состояния подземной части скважин;

2) определение геофизических полей по разрезу скважин для оценки миграции попутных и сточных вод (промышленных отходов).

При проведении ведомственного мониторинга используется комплекс методов в обсаженном стволе скважины: термокаротаж; интегральный гамма-каротаж; резистивиметрия; акустическая цементметрия; кавернометрия; расходомерия.

Каротаж скважин осуществляется стандартными станциями, оборудованными цифровыми регистраторами с шагом по глубине 0,1 м. Первичные материалы каротажа записываются и хранятся в цифровом виде.

В результате ведомственного (объектного) мониторинга (после консервации или завершения добычных работ на объекте) уточняются задачи по организации и созданию опорной режимной сети для вовлечения его в состав Государственного мониторинга за состоянием недр.

**II этап — Государственный (региональный) мониторинг.** При разработке перспективной программы мониторинга геоэкологической среды, в районе расположения действующего ППЗ, контроль процессов, сопровождающих подземное захоронение, не должен ограничиваться объектным (ведомственным) мониторингом. Здесь круг решаемых задач должен быть значительно шире, с определением долевого участия процесса воздействия на недра или его компонентов в комплексе факторов, определяющих состояние окружающей среды территории региона, а также прогноз влияния распространения загрязнения недр на природные и природно-технические объекты и системы.

Антропогенное влияние может сказываться на различных уровнях интенсивности, в зависимости от ин-

#### Виды мониторинга и их ожидаемые параметры

Параметры	Вид мониторинга		
	Локальный (оперативный)	Региональный (режимный)	Глобальный (фоновый)
Площадь, охватываемая отдельной системой, км <sup>2</sup>	10–100	20–2 × 10 <sup>2</sup>	До 10 <sup>7</sup> –10 <sup>8</sup>
Расстояние между пунктами отбора проб, км	0.01–10	10–500	До 3000–5000
Периодичность изучаемых процессов	Дни — месяцы	Годы	Десятилетия — век
Частота наблюдений	Минуты — часы	Декада — месяц	2–6 раз в год
Числа, наблюдаемых компонент	3–30	120–1500	10 <sup>3</sup> –10 <sup>6</sup>
Точность	Доли ПДК	До 30 %	Десятые доли процента
Оперативность выдачи информации	В реальном масштабе времени	Через 1–3 месяца со дня отбора	Годы со дня отбора

тенсивности воздействия будут меняться и параметры системы наблюдений. На этой структурной основе В.А. Павелко (1981) предложена основная классификация мониторинга (таблица).

В Республике Узбекистан Государственный мониторинг осуществляется по следующим уровням:

— локальный (импактный) мониторинг (охватывает территорию отдельных природно-техногенных и ландшафтно-экологических комплексов);

— региональный мониторинг (охватывает территорию, ограниченную физико-географическими, административными и иными границами);

— республиканский мониторинг (охватывает всю территорию Республики Узбекистан).

Основные задачи Государственного мониторинга инженерно-геологических условий и геоэкологической среды должны включать:

1) контроль за распространением попутных и сточных вод (промышленных стоков) в геологической (природной) среде;

2) оценка возможности влияния различных природно-технических систем на распространение в геологической (природной) среде попутных и сточных вод (промышленных стоков) как в период работы ППЗ, так и после его консервации;

3) оценка долевого участия процесса подземного захоронения в комплексе факторов, определяющих состояние окружающей среды территории района;

4) прогноз влияния распространения попутных и сточных вод (промышленных стоков) на природные и природно-технические объекты и системы.

#### Выводы

Ведение мониторинга недр — система многоуровневая, реализация которой в пределах республики еще только началась. Если некоторые системы ведения

мониторинга компонентов геологической среды уже достаточно полно организационно и структурно сложились (ведение мониторинга подземных вод, ведение мониторинга за опасными геологическими процессами в горных и предгорных зонах), то другие еще ждут своей практической реализации в полном объеме.

Создание единой национальной сети — задача ближайшего будущего, так как это связано не только с чисто техническими и экономическими трудностями, но и отсутствием научно-методической базы по многим вопросам, в том числе ведения ведомственного мониторинга недр.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуллаев, Б.Д.* Захоронение попутных и сточных вод: проблемы и пути решения / Б.Д. Абдуллаев, Б.И. Туляганов // Геология и минеральные ресурсы. — 2015. — № 5. — С. 60–63.
2. *Закон «О недрах»* (новая редакция) от 13.12.2002 г. за № 444-П.
3. *Зильберштейн, Б.М.* О системе мониторинга геологической среды на полигонах подземного захоронения жидких промышленных отходов / Б.М. Зильберштейн, Н.Н. Егоров // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 11. — С. 25–30;
4. *Зубков, А.А.* Анализ системы геотехнологического мониторинга полигона подземного захоронения жидких радиоактивных отходов СХК / А.А. Зубков, В.В. Данилов, И.В. Токарев и др. // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 10. — С. 76–81.
5. *Справочное руководство по гидрогеологии.* — Л.: Недра. — Т. 2, 1967. — С. 166–191.
6. *Туляганов, Б.И.* Задачи геотехнологических исследований для обоснования захоронения промышленных стоков в водоносные горизонты / Б.И. Туляганов, А.Ф. Кадырходжаев // Горный вестник Узбекистана. — 2010. — № 1. — С. 49–57.
7. *Указатель законодательных и нормативных актов, действующих в области охраны природы и использования природных ресурсов.* Издание официальное. Система стандартизации в области охраны природы. — Ташкент, 2006. — 63 с.

© Туляганов Б.И., 2021

Туляганов Баходиржон Исмаилович // baxtul@mail.ru,  
hurshida\_@rambler.ru

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.245.42.004.6

Иванов Д.А.<sup>1</sup>, Арсентьев Ю.А.<sup>2</sup>, Соловьёв Н.В.<sup>2</sup>, Иванов А.Г.<sup>3</sup>, Барашков В.А.<sup>2</sup>, Башкатов И.А.<sup>2</sup> (1 — Компания «Weatherford» 4, 2 — МГРИ-РГГРУ, 3 — АО «Атомредметзолото»)

### О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ БИТУМНО-МАСЛЯНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЗАКОЛОННОГО РЕМОНТА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ (СПВ) УРАНА

Основным объектом воздействия различных видов нагрузок, включая динамические, статические, температурные и другие, является эксплуатационная ко-

лонна полимерных труб, используемых при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана. Величина и продолжительность их действия приводит к нарушению резьбового соединения и возникновению перетоков рабочих (кислотных) растворов в заколонное пространство указанных типов скважин. В настоящей статье даны результаты исследований, проведенных для определения возможности эффективного применения битумно-масляных смесей (БМС) для ремонта негерметичных участков эксплуатационной колонны с целью ликвидации обнаруженных перетоков рабочих растворов. **Ключевые слова:** технологическая скважина, герметичность, полимерная труба, устранение перетока, битумно-масляные смеси, проницаемость пород.