

4 Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Зеленый Мир. Российская экологическая газета. 1994. – № 12. – С.8.

5 Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса). Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.13-21-2015 (33140). Минприроды. Минск.

УДК 540.4.054

В. П. Музыкин, зав. сектором гидроэкологических обоснований
и прогнозирования отдела гидроэкологических исследований,
Ю. Ф. Антипинович, мл. науч. сотр. отдела гидроэкологических исследований,
С. А. Будько, мл. науч. сотр. отдела гидроэкологических исследований
Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский
институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Локальный мониторинг проводится с целью наблюдений за состоянием окружающей среды в районах расположения объектов хозяйственной и иной деятельности, являющихся источниками вредного воздействия на окружающую среду, в том числе экологически опасной деятельности. Сеть пунктов локального мониторинга, объектом наблюдения которого являются подземные воды, в Беларуси начала формироваться, а результаты целенаправленно обрабатываться, с 2005 г. В настоящее время наблюдения за состоянием подземных вод ведутся на 291 объектах, осуществляющих экологически опасную деятельность, где суммарно оборудовано более 1300 наблюдательных скважин. Все объекты наблюдений локального мониторинга подземных вод могут быть объединены в группы: захоронений пестицидов, полигоны твердых коммунальных и промышленных отходов, поля орошения животноводческими стоками, поля фильтрации, иловые площадки очистных сооружений, объекты энергетики, металлургии, машиностроения, химической и нефтехимической промышленности.

Для проведения локального мониторинга подземных вод в Беларуси создана соответствующая нормативная база: в настоящее время *постановлением Минприроды РБ от 11 января 2017 г. № 5* определен перечень юридических лиц, осуществляющих экологически опасную деятельность, для которых проведение локального мониторинга подземных вод является обязательным, установлен порядок проведения мониторинга подземных вод *Инструкцией о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, которая оказывает вредное воздействие на окружающую среду, в том числе экологически опасную деятельность (в редакции постановления Минприроды РБ от 11 января 2017 г. № 4)* и разработан *ТКП 17.06-01-2007 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Правила размещения пунктов наблюдений за состоянием подземных вод для проведения локального мониторинга окружающей среды*.

В общем случае, при проведении хозяйственной и иной деятельности воздействие на подземные воды связано [1]:

а) с ухудшением потребительских свойств подземных вод по количественным и качественным показателям, вследствие чего затрудняется или исключается возможность использовать подземные воды в районе источника по целевому водопользованию;

б) с негативными изменениями параметров других компонентов природной среды, взаимосвязанных с подземными водами (поверхностные водные объекты, лесные насаждения, ландшафтные условия и др.).

Ухудшение количественных и качественных показателей подземных вод может происходить с изменением и без изменения гидродинамической структуры водоносного пласта. Воздействие с изменением структуры, прежде всего, выражается в истощении водоносных горизонтов. Воздействие без изменения структуры водоносного пласта не вызывает существенных изменений в режиме подземных вод, ограничиваясь, как правило, формированием ореолов загрязнения подземных вод по одному (нескольким) компонентам.

Загрязнение подземных вод в условиях Беларуси является основным видом воздействия на подземные воды объектов, осуществляющих экологически опасную деятельность, образуя на прилегающих территориях в горизонтах подземных вод специфические ореолы. Ореолы загрязнения, как правило, имеют овальную форму, вытянутую в направлении потока грунтовых вод. Размеры ореолов загрязнения определяются мощностью источника техногенного воздействия и местными гидролого-гидрогеологическими условиями. Например, исследования ЦНИИКИВР по оценке влияния на подземные воды полей фильтрации как источников установившегося сброса сточных вод в подземные воды, выполненные в 2006–2007 гг. в рамках исследовательских работ Республиканского фонда охраны природы, показали:

а) удаление границ ореолов загрязнения по изолиниям относительной концентрации $C_i/C_{ПДК} = 1$ от контуров полей фильтрации составляет от 175 до 375 м;

б) максимальное расстояние рассеивания загрязняющих веществ по потоку подземных вод до значений, соответствующих фоновым значениям показателей загрязнения, составляет от 342 до 440 м;

в) величина бокового рассеивания загрязняющих веществ в направлении перпендикулярному потоку подземных вод составляет 200–250 м.

Изложенные выше результаты исследований по установившемуся сбросу загрязняющих веществ в подземные воды, приняты в качестве исходных для обоснования местоположения пунктов наблюдений локального мониторинга подземных вод на участках объектов, осуществляющих экологически опасную деятельность. В качестве основных принципов для создания сети пунктов наблюдений и проведения локального мониторинга подземных вод определены:

1. **Целевой:** ориентация на получение необходимой и точной информации о формировании ореола загрязнения подземных вод в районе источника воздействия и его пространственно-временном развитии.

2. **Причинности:** ориентация на предварительное изучение происхождения и масштабов загрязнения подземных вод в районах действующих источников, либо его прогнозирование для проектируемых объектов – потенциальных источников загрязнения подземных вод.

3. **Оптимальности:** ориентация на минимальные затраты для достижения заданной цели.

Получение достоверной информации о формировании ореолов загрязнения в районе источника воздействия, прежде всего, необходимо для контроля состояния подземных вод. Установление причинности образования ореолов загрязнения важно для обоснования мероприятий по предотвращению и ликвидации загрязнения. В районах объектов воздействия, имеющих смежные границы земельных участков, формируемые ореолы могут перекрываться, образуя общие области загрязнения. Интенсивность вклада каждого объекта в формирование таких областей может быть установлена только постановкой специальных гидрогеологических исследований. Итогом таких исследований и последующего мониторинга должна быть информация, позволяющая разграничить ответственность субъектов хозяйствования.

В *ТКП 17.06-01-2007* установлена 3-х стадийная последовательность создания сети локального мониторинга подземных вод. На первой стадии выполняются специальные гидрогеологические исследования, целью которых является оценка масштабов загрязнения подземных вод, либо изучение условий миграции загрязняющих веществ в подземных водах для проектируемых объектов, которые потенциально могут оказывать вредное воздействие на подземные воды. На второй стадии по результатам гидрогеологических

исследований разрабатывается проект строительства пунктов наблюдений для проведения локального мониторинга подземных вод, и на третьей – осуществляется их строительство.

В качестве критического показателя для оценки масштабов загрязнения подземных вод определено следующее положение:

– источники вредного воздействия не должны вызывать загрязнение поверхностных и подземных вод свыше норм ПДК за пределами границ их санитарно-защитных зон (СЗЗ), где они используются или могут быть использованы для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения. Превышение гигиенических нормативов качества компонентов окружающей среды на границе СЗЗ (в том числе и для поверхностных и подземных вод) является, в соответствии с законодательством, критерием необходимости разработки и применения мероприятий по снижению воздействия, а также возникновения ответственности за данное нарушение.

Основанием для установления такого критического показателя допустимого воздействия на природные воды также явились исследования ЦНИИКИВР 2006–2007 гг. по оценке влияния на подземные воды полей фильтрации, в результате которых получены опытные данные о естественной локализации ореолов загрязнения от установившихся сбросов до фоновых значений в пределах зоны, ширина которой не превышает удвоенную ширину СЗЗ этих объектов. Локализацию ореолов подземных вод обеспечивает разбавление и фильтрационная дисперсия загрязнения в их потоке. Эффект разбавления обуславливается наличием внешних дополнительных резервов в потоках подземных вод – естественных ресурсов, которые служат показателем ежегодного (сезонного) пополнения подземных вод водой с качественным составом, соответствующим качеству атмосферных осадков. Атмосферные осадки на территории Республики Беларусь по своему качеству всегда менее минерализованы, чем подземные воды и повсеместно служат для них в качестве разбавляющего фактора [2]. При фильтрационной дисперсии происходит рассеивание загрязняющих веществ в потоке подземных вод благодаря тому, что загрязняющее вещество распределяется в большем сечении, чем начальное, и увеличивающимся в направлении данного потока. Основные свойства фильтрационной дисперсии состоят в следующем [3]:

– фильтрационная дисперсия формирует объем рассеяния, который в изотропной неограниченной и равномерно проницаемой среде имеет форму конуса; пространственная закономерность распределения вещества в конусе рассеяния соответствует уравнению нормального распределения;

– при фильтрационной дисперсии распределение концентраций внутри ореола стационарно при постоянном поступлении загрязняющих веществ.

Пункты наблюдений должны размещаться по профилям, особенности расположения которых, установлены *ТКП 17.06-01-2007*. Обязательным условием является размещение фонового пункта относительно источника воздействия вверх по потоку подземных вод либо вверх по рельефу местности в области незагрязненных вод, а контрольных пунктов – непосредственно у источника загрязнения и за пределами его прогнозируемой границы воздействия, вниз по потоку подземных вод.

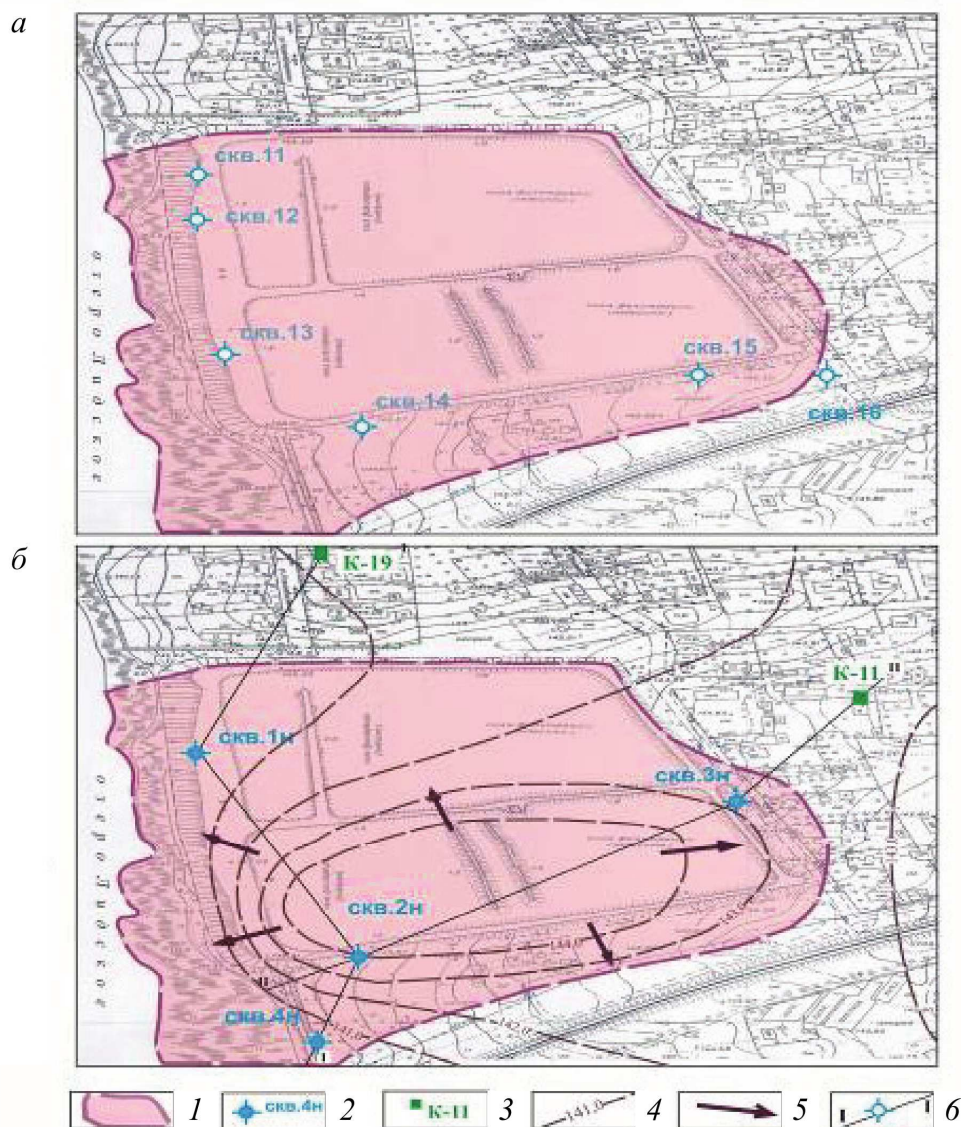
На практике, при создании сети пунктов наблюдений и проведении локального мониторинга подземных вод, далеко не всегда следуют изложенным выше принципам. Практически всегда при обследовании авторами статьи сетей пунктов наблюдений оказывалось, что они не соответствуют нормативным требованиям, а перед их собственниками стоят вопросы ответственности за загрязнение. Анализ результатов таких обследований показал, что существуют три основные проблемы, которые зачастую сводят на нет всю информативность сетей:

1) отсутствие или недостаточно обоснованное размещение фоновых пунктов наблюдений, то есть пунктов, расположенных от источников воздействия вверх по потоку подземных вод;

2) несоблюдение требований размещения контрольных пунктов наблюдений относительно прогнозного развития зоны воздействия;

3) размещение в сети «лишних», дублирующих друг друга пунктов наблюдений.

Типичные ошибки в создании сети локального мониторинга подземных вод и методы их устранения, можно рассмотреть на примере сети шламонакопителя Лидских тепловых сетей (рисунок 1).



1 – граница прогнозной зоны воздействия; 2 – местоположение наблюдательных скважин; 3 – местоположение фоновых пунктов наблюдений; 4 – гидроизоги́псы уровня грунтовых вод и ее абсолютная отметка, м БС; 5 – направление движения загрязненных грунтовых вод от купола растекания; 6 – линия наблюдательного профиля в системе локального мониторинга подземных вод

Рисунок 1 – Карта-схема размещения пунктов наблюдения локального мониторинга подземных вод в районе шламонакопителя Лидских тепловых сетей до (а) и после (б) ее оптимизации

Шламонакопитель расположен на северной окраине города, на берегу водохранилища, и для контроля состояния грунтовых вод пункты наблюдений локального мониторинга подземных вод были просто расположены по контуру шламонакопителя, то есть без обоснования фоновых и контрольных пунктов (рисунок 1(а)). В результате со стороны надзорных органов к Лидским тепловым сетям постоянно возникали вопросы, поскольку такое расположение пунктов наблюдений не позволяло осуществлять контроль развития загрязнения и, прежде всего, оценку степени воздействия шламонакопителя на грунтовые воды как источника водоснабжения прилегающей малоэтажной жилой застройки.

Для устранения данных недостатков рекомендовано провести оптимизацию сети пунктов наблюдений у шламонакопителя с учетом нормативных требований и принципов оптимизации, предложенных в [4]. Для чего проведено изучение условий миграции загрязнения от шламонакопителя в порядке, определенном п.6.5 ТКП 17.06-01-2007. Анализ полученной информации показал, что на площадке шламонакопителя образован купол растекания загрязненных грунтовых вод, схема формирования которого, построенная по данным единовременных замеров уровней грунтовых вод, а также границ расчетной прогнозной зоны воздействия (растекания) (рисунок 1(б)).

Анализ качества грунтовых вод у шламонакопителя показал следующее (таблица 1):

– на площадке шламонакопителя в границах прогнозной зоны воздействия прослеживается зона техногенного загрязнения грунтовых вод по содержанию хлоридов (по гигиеническим нормативам до 2,02 ПДК), сухому остатку (до 2 ПДК), нефтепродуктам (до 1,2 ПДК), азоту аммонийному (до 5 ПДК), общему железу (до 43,3 ПДК);

– на прилегающей территории малоэтажной жилой застройки прослеживается типичное бытовое загрязнение грунтовых вод по содержанию нитратов (до 2,6 ПДК) и повышенному содержанию сухого остатка (до 1 ПДК).

Таблица 1 – Состояние грунтовых вод в зоне прогнозного воздействия шламохранилища Лидских тепловых сетей и за ее пределами

Номер пункта наблюдений	рН, ед	Сухой остаток, мг/дм ³	Азот аммонийный, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Общее железо, мг/дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³
а) До оптимизации							
скв. 11	8,15	1306	7,49	<0,37	577	0,63	0,042
скв.12	6,74	1425	0,98	<0,37	566	24,2	0,027
скв.13	8,25	430	5,93	<0,37	102	3,35	0,03
скв.14	11,43	407	0,86	<0,37	46,6	0,4	0,02
скв.15	8,39	1223	9,98	<0,37	433	2,52	0,04
скв.16	7,0	1983	0,78	<0,37	709	8,62	0,067
б) После оптимизации							
Колодец д.№11	7,46	1011	0,078	53,6	52,3	0,06	0,012
скв. 1н	7,39	1231	0,87	0,57	501	3,12	0,12
скв.2н	10,43	1168	0,66	0,95	496	1,24	0,02
скв.3н	6,84	1646	2,03	1,17	190	13,0	0,046
скв.4н	7,2	1068	0,09	2,39	341	4,35	0,048
Колодец д. № 19	7,3	913	0,078	118,6	55,0	0,03	0,013
ПДК, гигиенические нормативы	6-9	1000	2,0	45,0	350	0,3 (1,0)	0,1
Примечание: выделено содержание компонента больше ПДК							

С учетом данной информации, оптимизация сети локального мониторинга подземных вод проведена следующим образом:

– качество грунтовых вод, формируемых в пределах малоэтажной жилой застройки, является фоновым по отношению к водам купола растекания, фоновыми пунктами наблюдений определены шахтные колодцы домов № 11 и 19, расположенные относительно шламонакопителя вверх по рельефу и потоку подземных вод;

– в системе локального мониторинга шахтные колодцы и наблюдательные скважины с учетом их технического состояния группируются по двум профилям, наблюдательная скважина № 4н оборудована как контрольный пункт наблюдений у границы прогнозируемой зоны воздействия;

– «лишними», дублирующими пунктами наблюдений являются скважины №№ 11, 13 и 15, которые могут быть исключены из системы мониторинга без ущерба по отношению к требуемой информативности.

По подобному плану авторами проводилась оптимизация сетей локального мониторинга подземных вод и для других объектов хозяйствования. Например, до обследования сеть пунктов наблюдений в районах шламонакопителей Белорусского металлургического завода насчитывала 20 скважин. После выполнения оптимизации сети с учетом нормативных требований, рекомендовано использовать только 11, в том числе 2 новые скважины дооборудовать как фоновые.

Наличие обращений в ЦНИИКИВР, как специализированное предприятие в области использования и охраны водных ресурсов, позволяет считать, что указанные недостатки в создании сетей локального мониторинга подземных вод имеют системный характер. Данная статья дает конкретные рекомендации по их устранению уже на стадиях обоснования и создания сетей мониторинга, а также для учета предприятиями и организациями, осуществляющими их эксплуатацию. Весьма полезной в этом отношении может быть работа по обобщению данных локального мониторинга подземных вод в целом по республике и разработке рекомендаций по повышению эффективности его проведения.

Список использованных источников

1 Гольдберг, В. М. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод: метод. рекомендации / В. М. Гольдберг, С. Г. Мелькановицкая, В. М. Лукьянчиков. – Москва: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 75 с.

2 Какарека, С. В. Химический состав атмосферных осадков / С. В. Какарека // Состояние природной среды Беларуси: экологич. бюл. 2011 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2011 г. – С. 92–99.

3 Ковалевский, В. С. Принципы оптимизации мониторинга подземных вод / В. С. Ковалевский, С. М. Семенов // Геоэкология. – 1998. – № 6 – С. 21–32.

4 Фильтрационная дисперсия вещества // Формирование и строение ореолов рассеяния вещества в подземных водах / В. А. Грабовников [и др.] – Москва: изд. «Недра», 1977. – Гл. 3. – С. 43–62.

УДК 502.51

Е. П. Богодяж

Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, г. Минск

МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Мониторинг поверхностных вод представляет собой система регулярных наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидрологическим, гидрохимическим, гидробиологическим и иным показателям. Мониторинг осуществляется в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод.

Мониторинг поверхностных вод проводится в 297 пунктах наблюдений, охватывая 160 водных объектов (86 водотоков и 74 водоема).

Периодичность проведения наблюдений:

– районе расположения источников загрязнения – один раз в месяц ежегодно; при отсутствии источников загрязнения – семь раз в год в периоды основных гидрологических фаз поверхностного водного объекта ежегодно; на фоновых участках водотоков – ежемесячно с цикличностью 1 раз в 2 года; на водоемах – ежеквартально с цикличностью 1 раз в 2 года;

– по гидробиологическим показателям (на всех поверхностных водных объектах, кроме трансграничных участков рек и р. Свислочь) – в вегетационный период с цикличностью 1 раз в 2 года; на трансграничных участках рек и р. Свислочь – в вегетационный ежегодно.