

ОПТИМИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ «ООО «ЭТАНОЛ-СПИРТ» – ПРИРОДНАЯ СРЕДА» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю. М. Зинюков, А. В. Золотарев

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 18 сентября 2012 г.

Аннотация. Разработка и внедрение методик конструирования моделей исследуемых природно-техногенных систем (ПТС), представляющих собой сложные природно-техногенные объекты, способствует оптимизации их мониторинга. В данной статье рассматривается методика организации и ведения мониторинга природно-техногенных систем, разработанная авторами на основе структурного моделирования сложных природно-техногенных взаимодействий, практически адаптированная при оптимизации мониторинга природно-техногенной системы «ООО «Этанол-Спирт» – природная среда». Предлагаемая методика опирается на целевое направление контроля, прогноза и управления состоянием природно-техногенных систем.

Ключевые слова: мониторинг, природно-техногенная система, природная среда, модель, подземные и поверхностные воды, загрязнение подземных вод, загрязнение природной среды.

Abstract. The optimization of monitoring natural-technogenical systems (NTS) contacts to development and introduction of a technique of designing of models of researched systems, representing complex natural-technogenical of objects. This article discusses the technique of organization and conducting monitoring natural-technogenical systems developed by the authors is examined on the basis of structural modeling of complex natural-technical interactions, practically adapted to optimize the monitoring of natural-technogenical system of “LLC “Ethanol-alcohol – the natural environment“. The offered technique bases on a target direction of the control, forecast and management of condition natural-technogenical systems.

Key words: monitoring, natural-technogenic system, natural environment, model, underground and superficial waters, pollution of underground waters, contamination of natural environment

Введение

К техногенным объектам пищевой промышленности, негативно воздействующим на природную среду, относится спиртопроизводящая отрасль, являющаяся источником большого количества сточных вод, которые сбрасываются в геологическую толщу и водоёмы различного назначения, создавая экологическую опасность для природной среды [5]. Вопросы оптимизации мониторинга данного рода природно-техногенных взаимодействий рассматриваются на примере предприятия ООО «Этанол-Спирт» с. Красное Новохоперского района Воронежской области.

ООО «Этанол-Спирт» представляет собой предприятие пищевой промышленности, конечным продуктом производства которого является спирт, производимый для фармацевтической промышленности и получаемый в результате переработки свекольной мелассы. Отход переработки

свекольной мелассы – барда, поступает со сточными водами на поля фильтрации предприятия [2, 5].

Основная техногенная нагрузка на природную среду (подземные и поверхностные воды, почвы и горные породы, атмосферу) связана с характером водоотведения на предприятии и обусловлена многолетней эксплуатацией гидротехнических очистных сооружений – полей фильтрации ООО «Этанол-Спирт» на которые сбрасываются сточные воды предприятия и хозяйственные стоки с. Красное.

Поля фильтрации расположены на левом берегу р. Савала, в пределах первой и второй надпойменных террас, в 1600 м южнее площадки предприятия, и примыкают к северо-восточной окраине с. Некрылово (рис. 1). Общая площадь полей фильтрации составляет 84,03 га.

Гидрогеологические условия исследуемой территории характеризуются развитием верхнечетвертичного водоносного горизонта и залегающего непосредственно под ним – неогенового водонос-

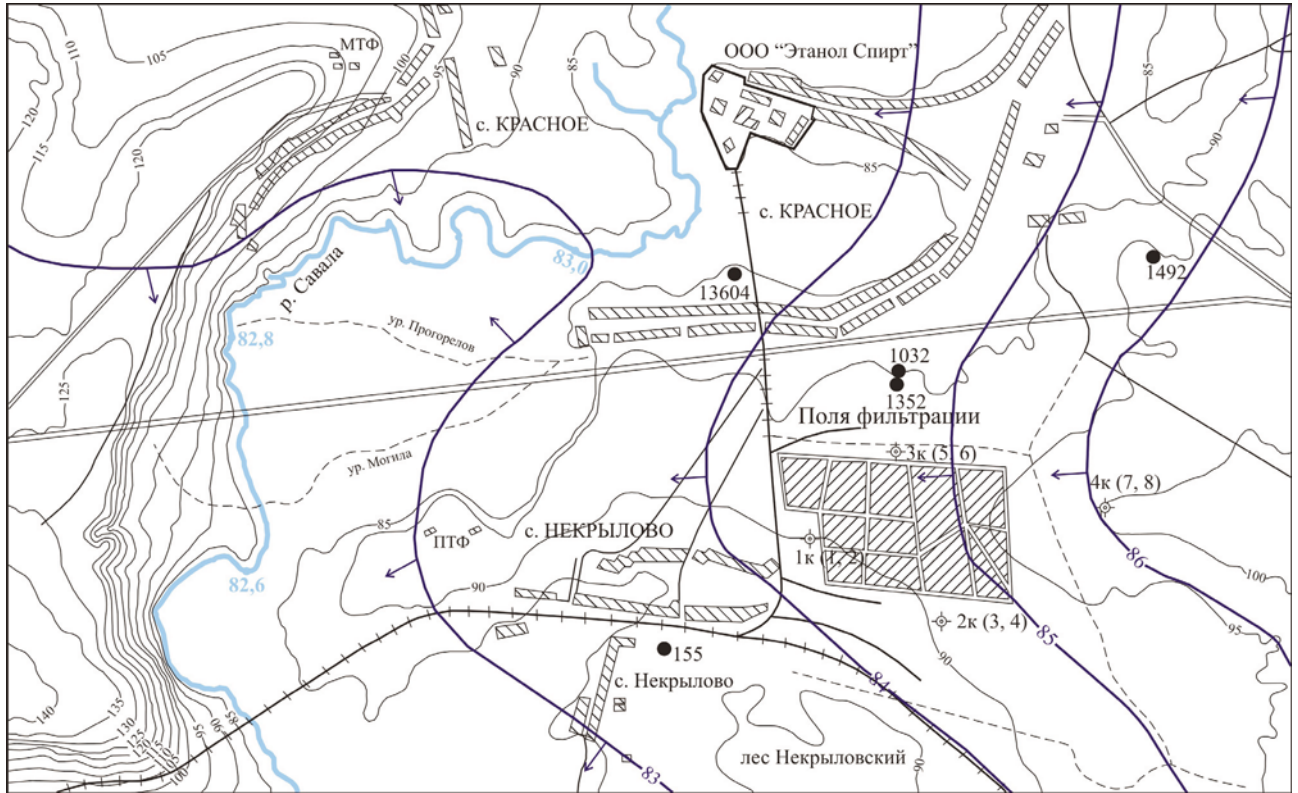


Рис. 1. Карта гидроизогипс (участок полей фильтрации ООО «Этанол-Спирт»)

ного горизонта. Нижним водоупором неоген-четвертичного водоносного комплекса являются глины семилукского возраста.

Проблемы эксплуатации полей фильтрации ООО «Этанол-Спирт» охарактеризованы в работе [4]. В настоящий момент времени на исследуемом участке ведутся периодические наблюдения за состоянием подземных вод по имеющейся сети наблюдательных скважин, которые расположены по контуру полей фильтрации спиртопроизводства, и поэтому не несут в себе достаточной информации о распространении загрязнения в природной среде на исследуемом участке в целом. В этом аспекте авторами данной статьи была разработана структурно-иерархическая модель природно-техногенной системы «поля фильтрации ООО «Этанол-Спирт» – природная среда», которая должна являться основой оптимизация мониторинга данной ПТС [4].

Оптимизация мониторинга ПТС «ООО «Этанол-Спирт» – природная среда»

Для оптимизации контроля природных и техногенных взаимодействий в пределах исследуемой территории рекомендуется рассматривать такие взаимодействия в качестве единой природно-техногенной системы [1].

В основе ведения мониторинга ПТС «поля фильтрации ООО «Этанол-Спирт» – природная среда» лежит ее структурно-иерархическая модель [4]. Ранее мониторинговые работы проводились лишь на участках, приуроченных собственно к полям фильтрации. Из наблюдательных пунктов имеются восемь наблюдательных скважин. Рекомендуемая структура сети мониторинга базируется на методике организации мониторинга ПТС [3].

Техногенным объектом являются поля фильтрации предприятия ООО «Этанол-Спирт». **Защищаемыми объектами**, которые могут быть подвержены техногенному влиянию предприятия, являются: река Савала, водозаборы предприятий «Асфальтовый завод» и «Плодокомбинат», подземные воды с. Некрылово, используемые для водоснабжения местным населением с помощью колодцев, подземные воды с. Красное, используемые для водоснабжения местным населением с помощью колодцев и водозаборных скважин. Выделенные защищаемые объекты определяют пространственные границы данной ПТС.

Следуя алгоритму организации и ведения мониторинга ПТС [3], проводим операцию по определению совокупности векторов мониторинга и их характеристике. Для исследуемой ПТС ре-

комендуются следующие векторы мониторинга (рис. 2–3):

Вектор мониторинга А: «поля фильтрации → с. Некрылово → р. Савала»;

Вектор мониторинга В: «поля фильтрации → с. Красное → р. Савала»;

Вектор мониторинга В1: «поля фильтрации → водозабор асфальтового завода»;

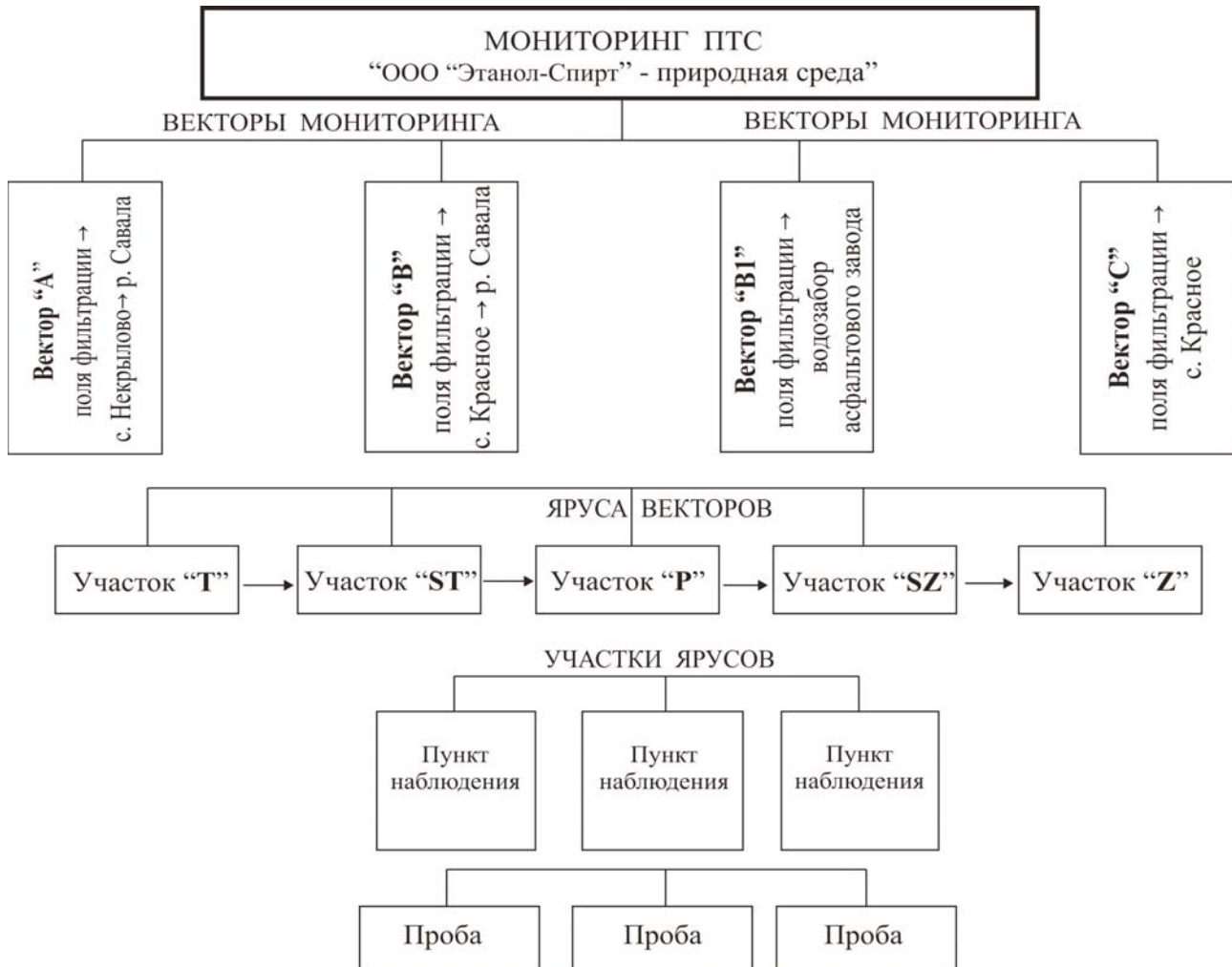


Рис. 2. Принципиальная модель структурной организации мониторинга ПТС «поля фильтрации ООО «Этанол-Спирт» – природная среда»

Вектор мониторинга С: «поля фильтрации → с. Красное»;

Таким образом, выделено четыре генеральные линии мониторинга, по которым должен проводиться контроль. При этом следует отметить, что наряду с основными линиями контроля могут иметь место и дополнительные, со своей ориентировкой, зависящей от решения специальных задач исследования. Однако устойчивость системы будет оцениваться по генеральным векторам мониторинга.

Прежде чем перейти к характеристике векторов наблюдения, необходимо определить *прагматическую модель* ПТС. Установление гомеостатических пределов для данной ПТС определяется характером техногенного объекта и результатами

предварительной оценки изменения геологической среды исследуемой территории. Предварительная оценка изменения состояния подземных вод территории полей фильтрации ООО «Этанол-Спирт» позволяет определить в качестве основного процесса, нарушающего устойчивость ПТС – *процесс загрязнения* [1].

С экологической точки зрения, основным направлением контроля является химический состав. В частности, наблюдения прошлых лет свидетельствуют, что загрязняющими показателями на исследуемой территории являются: аммиак, железо, показатели ХПК и БПК, хлориды, натрий, жесткость. Наибольшая площадь загрязнения выделяется в подземных водах по азоту аммонийному.

Таким образом, в качестве основных гомеостатических показателей для рассматриваемой ПТС должны выступать концентрации указанных показателей. Уровень гомеостатических показателей должен соответствовать предельно-допустимым концентрациям, рекомендуемым нормативными документами (ГОСТ, СанПиН), если не предусмотрены специальные условия.

Характеристика векторов мониторинга

Вектор мониторинга А

1. Наименование вектора – Вектор А.
2. Направленность вектора: поля фильтрации → с. Некрылово → р. Савала.
3. Протяженность вектора – 2,5–3 км.
4. Структура вектора. В пределах вектора в настоящий момент имеются наблюдательные пункты, отвечающие ярусу – Т (участок прямого техногенного влияния). Факторы выделения границ – техногенный, геоморфологический, гид-

родинамический, литологический, стратиграфический, геометрическая пропорциональность. Отсутствуют яруса ST (участок смежный с техногенным участком), Z (защищаемый участок) и SZ (участок, смежный с защищаемым).

5. Характеристика элементов векторной оси.

Участок Т: подземные воды неоген-четвертичного комплекса в пределах контура расположения полей фильтрации.

Участок ST: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к территории полей фильтрации с запада.

Участок SZ: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к с. Некрылово.

Участок Z: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на территории с. Некрылово и воды р. Савала.

6. Наблюдательные пункты (рис. 3).



Рис. 3. Оптимизация модели ПТС «поля фильтрации ООО “Этанол-Спирт” – природная среда» и структуры сети ее мониторинга

Участок Т характеризуется наблюдательными скважинами № 1, 2 предназначенными для контроля уровня и химического состава подземных вод верхнечетвертичного и неогенового горизонта (верхняя зона).

На участке ST необходимы две наблюдательные скважины для контроля уровня и химического состава подземных вод верхней и нижней зоны неоген-четвертичного комплекса (одна скважина на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке SZ необходимы две наблюдательные скважины для контроля уровня и химического состава подземных вод верхней и нижней зоны неоген-четвертичного комплекса (одна скважина на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке Z необходимы пункты контроля химического состава подземных вод и рекомендуются пункты контроля почвогрунтов и воздуха в с. Некрылово (восточная окраина и западная окраина села), а также пункт контроля воды в р. Савала.

Комментарий. Учитывая близость расположения с. Некрылово (250–300 м) от полей фильтрации, участки ST и SZ можно в данном векторе рассматривать как совмещенные. Учитывая самостоятельную значимость водотока – р. Савала, расположенного западнее с. Некрылово, водопункт контроля на нем следует рассматривать также как защищаемый участок.

7. Основной вид связи между элементами вектора – гидравлический, предопределен гидродинамикой потока подземных вод и проницаемостью пород; основное направление потока – от полей фильтрации к реке Савала.

Поля фильтрации → подземные воды участка Т: вид связи – инфильтрация техногенных продуктов. Воды участка Т → воды участка ST: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка ST → воды участка SZ: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка SZ → река: вид связи – естественное дренирование.

8. Вид нарушения устойчивости в пределах вектора: **техногенное загрязнение подземных вод.**

9. Основные факторы, выводящие систему из устойчивого состояния: **фильтрация сточных вод и аккумуляция загрязнителей в водоносном комплексе.**

10. Концентрации загрязняющих компонентов (и общие физико-химические показатели) в структурных элементах вектора относительно ПДК.

Участок Т: Скважина № 1 – аммоний – 250 ПДК; железо – 30 ПДК; сухой остаток – 5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 2 ПДК; натрий – 2 ПДК. Скважина №2 – аммоний – 250 ПДК; железо – 40 ПДК; сухой остаток – 4,5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 3 ПДК; натрий – 2 ПДК.

Участок ST: нет данных.

Участок SZ: нет данных.

Участок Z: нет данных.

11. Гомеостатические границы. Определяются нормативными документами (ГОСТ, СанПиН). На настоящий момент времени **вектор А** по ярусам характеризуется:

Ярус Z (защищаемый объект) – нет данных.

Ярус SZ – нет данных.

12. Вероятна миграция ингредиентов в сторону защищаемого объекта.

13. Прогнозные оценки ранее не выполнялись. В ближайшей перспективе времени актуальным является прогноз миграции основных компонентов-загрязнителей.

14. Рекомендуемые мероприятия: организация сети мониторинга и осуществление непрерывного контроля на наблюдательных пунктах, упорядочение технологического режима эксплуатации полей фильтрации.

Вектор мониторинга В

1. Наименование вектора – Вектор В.

2. Направленность вектора: поля фильтрации → с. Красное → р. Савала.

3. Протяженность вектора – 1,5 км.

4. Структура вектора. В пределах вектора в настоящий момент имеются наблюдательные пункты, отвечающие ярусу – Т. Факторы выделения границ – техногенный, геоморфологический, гидродинамический, литологический, геометрическая пропорциональность. Отсутствуют яруса ST, SZ и Z. Контроль данных ярусов необходим на участках ST, SZ и Z.

5. Характеристика элементов векторной оси.

Участок Т: подземные воды неоген-четвертичного комплекса в пределах контура расположения полей фильтрации.

Участок ST: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к территории полей фильтрации с северо-запада.

Участок SZ: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к с. Красное.

Участок Z: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на территории с. Красное и воды р. Савала.

6. Наблюдательные пункты (рис. 3).

Участок T характеризуется наблюдательными пунктами, охарактеризованными по вектору A (наблюдательные скважины № 1, 2).

На участке ST необходимо строительство наблюдательных скважин для контроля уровня и химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке SZ необходимо строительство наблюдательных скважин для контроля уровня и химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке Z необходим контроль химического состава подземных вод водозаборной скважины (неогеновый горизонт), колодцев (четвертичный горизонт), рекомендуются пункты контроля почвогрунтов, воздуха и р. Савала.

7. Основной вид связи между элементами вектора – гидравлический, предопределен гидродинамикой потока подземных вод и проницаемостью пород; направление потока – от полей фильтрации к реке Савала.

Поля фильтрации → подземные воды участка T: вид связи – инфильтрация техногенных продуктов. Воды участка T → воды участка ST: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка ST → воды участка SZ: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка SZ → водозабор с. Красное: вид связи – искусственное дренирование; река Савала – естественное дренирование.

8. Вид нарушения устойчивости в пределах вектора: **техногенное загрязнение подземных вод.**

9. Основные факторы, выводящие систему из устойчивого состояния: **фильтрация сточных вод и аккумуляция загрязнителей в водоносном комплексе.**

10. Концентрации загрязняющих компонентов (и общие физико-химические показатели) в структурных элементах вектора относительно ПДК.

Участок T: Скважина № 1 – аммоний – 250 ПДК; железо – 30 ПДК; сухой остаток – 5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 2 ПДК; натрий – 2 ПДК. Скважина № 2 – аммоний – 250 ПДК; же-

лезо – 40 ПДК; сухой остаток – 4,5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 3 ПДК; натрий – 2 ПДК.

Участок ST: нет данных.

Участок SZ: нет данных.

Участок Z: нет данных.

11. Гомеостатические границы. Определяются нормативными документами (ГОСТ, СанПиН). На настоящий момент времени **вектор B** по ярусам характеризуется:

Ярус Z (защищаемый объект) – нет данных.

Ярус SZ – нет данных.

12. Вероятна миграция ингредиентов в сторону защищаемого объекта.

13. Прогнозные оценки ранее не выполнялись. В ближайшей перспективе времени актуальным является прогноз миграции основных компонентов-загрязнителей.

14. Рекомендуемые мероприятия: организация сети мониторинга и осуществление непрерывного контроля на наблюдательных пунктах, упорядочение технологического режима эксплуатации полей фильтрации.

Вектор мониторинга B1

1. Наименование вектора – Вектор B1.

2. Направленность вектора: поля фильтрации → водозабор асфальтового завода.

3. Протяженность вектора – 0,25 км.

4. Структура вектора. В пределах вектора в настоящий момент имеются наблюдательные пункты, отвечающие ярусу – T. Факторы выделения границ – техногенный, геоморфологический, гидродинамический, литологический, геометрическая пропорциональность. Отсутствуют яруса ST, SZ и Z. Контроль данных ярусов необходим на участках SZ и Z.

5. Характеристика элементов векторной оси.

Участок T: подземные воды неоген-четвертичного комплекса в пределах контура расположения полей фильтрации.

Участок ST: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к территории полей фильтрации с северо-запада.

Участок SZ: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к водозабору.

Участок Z: подземные воды неогенового комплекса на участке водозабора.

6. Наблюдательные пункты (рис. 3).

Участок T характеризуется наблюдательными пунктами, охарактеризованными по вектору A (наблюдательные скважины № 1, 2).

На участке ST необходимо строительство наблюдательных скважин для контроля уровня и химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке SZ необходимо строительство наблюдательных скважин для контроля уровня и химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке Z необходим контроль химического состава подземных вод участка водозабора.

Комментарий: учитывая близкое расположение техногенного и защищаемого объектов в пределах данного вектора, можно рекомендовать совмещение участков ST и SZ.

7. Основной вид связи между элементами вектора – гидравлический, предопределен гидродинамикой потока подземных вод и проницаемостью пород; направление потока – от полей фильтрации к реке Савала.

Поля фильтрации → подземные воды участка T: вид связи – инфильтрация техногенных продуктов. Воды участка T → воды участка ST: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка ST → воды участка SZ: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка SZ → водозабор: вид связи – искусственное дренирование.

8. Вид нарушения устойчивости в пределах вектора: **техногенное загрязнение подземных вод.**

9. Основные факторы, выводящие систему из устойчивого состояния: **фильтрация сточных вод и аккумуляция загрязнителей в водоносном комплексе.**

10. Концентрации загрязняющих компонентов (и общие физико-химические показатели) в структурных элементах вектора относительно ПДК.

Участок T: Скважина № 1 – аммоний – 250 ПДК; железо – 30 ПДК; сухой остаток – 5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 2 ПДК; натрий – 2 ПДК. Скважина № 2 – аммоний – 250 ПДК; железо – 40 ПДК; сухой остаток – 4,5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 3 ПДК; натрий – 2 ПДК.

Участок ST: нет данных.

Участок SZ: нет данных.

Участок Z: нет данных.

11. Гомеостатические границы. Определяются нормативными документами (ГОСТ, СанПиН). На

настоящий момент времени **вектор В** по ярусам характеризуется:

Ярус Z (защищаемый объект) – нет данных.

Ярус SZ – нет данных.

12. Вероятна миграция ингредиентов в сторону защищаемого объекта.

13. Прогнозные оценки ранее не выполнялись. В ближайшей перспективе времени актуальным является прогноз миграции основных компонентов-загрязнителей.

14. Рекомендуемые мероприятия: организация сети мониторинга и осуществление непрерывного контроля на наблюдательных пунктах, упорядочение технологического режима эксплуатации полей фильтрации.

Вектор мониторинга С

1. Наименование вектора – Вектор С.

2. Направленность вектора: поля фильтрации → с. Красное.

3. Протяженность вектора – 0,75 км.

4. Структура вектора. В пределах вектора в настоящий момент имеются наблюдательные пункты, отвечающие лишь ярусу – Т. Факторы выделения границ – техногенный, геоморфологический, гидродинамический, литологический, геометрическая пропорциональность. Отсутствуют яруса ST, SZ и Z. Контроль данных ярусов минимально необходим на участках ST, SZ и Z.

5. Характеристика элементов векторной оси.

Участок T: подземные воды неоген-четвертичного комплекса в пределах контура расположения полей фильтрации.

Участок ST: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к территории полей фильтрации с севера.

Участок SZ: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на участке, примыкающем к с. Красное.

Участок Z: подземные воды неоген-четвертичного комплекса на территории с. Красное.

6. Наблюдательные пункты (рис. 3).

Участок T характеризуется наблюдательными скважинами № 5, 6.

На участке ST необходимо строительство двух наблюдательных скважин для контроля уровня и химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке SZ необходимо строительство двух наблюдательных скважин для контроля уровня и

химического состава подземных вод неоген-четвертичного комплекса (одна – на верхнечетвертичный горизонт, другая – на неогеновый), пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

На участке Z необходим контроль химического состава подземных вод водозаборной скважины (неогеновый горизонт), колодцев (четвертичный горизонт), и рекомендуются пункты контроля почвогрунтов и воздуха.

7. Основной вид связи между элементами вектора – гидравлический, предопределен гидродинамикой потока подземных вод и проницаемостью пород; направление потока – от полей фильтрации к реке Савала.

Поля фильтрации → подземные воды участка T: вид связи – инфильтрация техногенных продуктов. Воды участка T → воды участка ST: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка ST → воды участка SZ: вид связи – диффузионно-конвективный массоперенос. Воды участка SZ → колодцы и скважины села Красное: вид связи – искусственное дренирование.

8. Вид нарушения устойчивости в пределах вектора: **техногенное загрязнение подземных вод**.

9. Основные факторы, выводящие систему из устойчивого состояния: **фильтрация сточных вод и аккумуляция загрязнителей в водоносном комплексе**.

10. Концентрации загрязняющих компонентов (и общие физико-химические показатели) в структурных элементах вектора относительно ПДК.

Участок T: Скважина № 5 – аммоний – 250 ПДК; железо – 60 ПДК; сухой остаток – 5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 2 ПДК; натрий – 1,5 ПДК. Скважина № 6 – аммоний – 250 ПДК; железо – 40 ПДК; сухой остаток – 4,5 ПДК; ХПК – 300 ПДК; хлориды – 4 ПДК; натрий – 2 ПДК.

Участок ST: нет данных.

Участок SZ: нет данных.

Участок Z: нет данных.

11. Гомеостатические границы. Определяются нормативными документами (ГОСТ, СанПиН). На настоящий момент времени **вектор C** по ярусам характеризуется:

Ярус Z (защищаемый объект) – нет данных.

Ярус SZ – нет данных.

12. Вероятна миграция ингредиентов в сторону защищаемого объекта.

13. Прогнозные оценки ранее не выполнялись. В ближайшей перспективе времени актуальным является прогноз миграции основных компонентов-загрязнителей.

14. Рекомендуемые мероприятия: организация сети мониторинга и осуществление непрерывного контроля на наблюдательных пунктах, упорядочение технологического режима эксплуатации полей фильтрации.

Помимо генеральных пунктов контроля, в сеть мониторинга данной ПТС могут входить и вспомогательные наблюдательные пункты, предназначенные для оценки фонового (природного) состояния подземных вод, для выявления площади и уровня загрязнения (наблюдательные скважины № 7, 8) и т.д. Однако ядром в проведении мониторинга ПТС будет являться **генеральная сеть наблюдений, функционирующая в пределах выбранных векторов мониторинга** (рис. 2–3).

Оптимальное функционирование системы мониторинга исследуемой ПТС представляется следующим образом.

На основе структурно-иерархической модели исследуемой ПТС выстраивается структура мониторинга, определяются ее генеральные вектора. По мере получения первичных данных проводится корректировка элементного состава генеральных линий мониторинга, модель системы принимает оптимальную структуру. Ведение мониторинга заключается в проведении перманентного контроля и анализа состояний элементов системы по векторным линиям, в построении прогнозных моделей их ожидаемых состояний, в оценке устойчивости системы относительно ее прагматической модели. В случае нарушения устойчивости какого-либо вектора системы (реального или ожидаемого по результатам прогноза) немедленно реализуются управленческие мероприятия по возврату системы в устойчивое положение.

Нормальным функционированием системы будет являться равновесное состояние ее граничных элементов – защищаемых объектов. **Оптимальным функционированием** системы будет являться равновесное состояние и участков, смежных с защищаемыми объектами (ярусов SZ генеральных векторов мониторинга), особенно если это прогнозируется на будущее.

Минимальная задача специалистов, осуществляющих мониторинг ПТС – обеспечение условий нормального функционирования ПТС.

Таким образом, определяется структура сети мониторинга ПТС «ООО “Этанол-Спирт” – природная среда».

Следующий этап – определение частоты оценок состояний элементов ПТС (отбор проб на химический анализ, замер уровней подземных вод,

замер температуры и т.д.) и параметров, по которым будут оцениваться их состояния.

На основании предшествующих наблюдений и характера самого предприятия в качестве основных параметров, характеризующих состояние системы, рекомендуется принять: концентрации аммиака, натрия, железа, хлоридов, показатели ХПК и БПК, жесткость; для оценки условий их миграции – показатели окислительно-восстановительного потенциала, температуру, рН, показатели минерализации, концентрации гидрокарбоната и калия; для определения гидрохимических типов и направленности их трансформации – типобразующие макрокомпоненты; для выявления источников специфического техногенного влияния – соединения азота (превышение по нитратам в колодцах и наблюдательной фоновой скважине). Периодически рекомендуется проводить полный химический анализ подземных и поверхностных вод.

Частоту контроля генеральных пунктов рекомендуется определить – 4 раза в год (по сезонам года); по отдельным пунктам наблюдения, имеющим благоприятные характеристики или выраженную стабильность своего состояния, можно ограничиться 2–3 наблюдениями в год. Вспомогательные пункты наблюдений можно наблюдать 1–4 раза в год в зависимости от решаемых с их помощью задач.

Такова схема функционирования рекомендуемой системы мониторинга ПТС «ООО “Этанол-Спирт” – природная среда». При этом необходимо добавить, что наряду с собственно мониторинговыми работами, рекомендуется проведение специальных научных исследований, позволяющих лучше понимать происходящие в системе процес-

сы для оптимизации контроля, прогноза и управления ее состоянием.

Дополнительно рекомендуется проведение исследовательских работ по оценке фильтрационных параметров водоносных горизонтов, скорости движения подземных вод в целях оптимизации прогноза и управления, в случае определения реабилитационных мероприятий по ликвидации очага загрязнения. Возможна постановка работ по оценке самоочищающей способности геологической среды, по оценке скорости вертикальной миграции аммония, изменению показателей ХПК и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В. Л. Мониторинг природно-технических экосистем / В. Л. Бочаров, Ю. М. Зинюков, Л. А. Смоляницкий. – Воронеж : Истоки, 2000. – 226 с.
2. Водоотводящие системы промышленных предприятий / С. В. Яковлев [и др.] ; под ред. С. В. Яковлева. – М. : Стройиздат, 1990. – 511 с.
3. Зинюков Ю. М. Теоретико-методологические основы организации мониторинга природно-технических экосистем на основе их структурно-иерархических моделей / Ю. М. Зинюков // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского госуниверситета. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – Вып. 28. – 164 с.
4. Зинюков Ю. М. Структурно-иерархическая модель природно-техногенной системы «поля фильтрации ООО “Этанол-Спирт” – геологическая среда» как основа оптимизации её мониторинга / Ю. М. Зинюков, А. В. Золотарев // Вестник Воронеж. ун-та. Серия: Геология. – 2012. – № 1. – С. 200–208.
5. Сизенко Е. И. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК России и охрана окружающей среды. Справочник / Е. И. Сизенко. – М. : Пищепромиздат, 1999. – 468 с.

Воронежский государственный университет
Ю. М. Зинюков, кандидат технических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел. 8-908-134-77-39
zinykov209@yandex.ru

А. В. Золотарев, научный сотрудник кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Тел. 8-920-410-23-96
avzolota@mail.ru

Voronezh State University
Yu. M. Zinyukov, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer of chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
Tel. 8-908-134-77-39
zinykov209@yandex.ru

А. V. Zolotarev, research worker, of chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
Tel. 8-920-410-23-96
avzolota@mail.ru