

логического бедствия по загрязнению подземных вод соединениями азота. Основными источниками поступления ингредиента обозначены отходы крупных сельскохозяйственных комплексов, расположенных на северо-западе района. Однако следует подчеркнуть роль окиси и двуокиси азота и углерода в формировании кислых осадков. Значительное содержание сероводорода, фенола и формальдегида в атмосферных осадках является причиной превышений ПДК по данным компонентам как в водах р. Воронеж, так и в приповерхностных водоносных горизонтах. Фенол представляет собой специфический ингредиент, характерный для металлургического производства. Его превышения в неоген-четвертичном водоносном комплексе связаны со значительным загрязнением грунтов зоны аэрации промплощадки НЛМК.

Проведенные исследования демонстрируют большое значение метеорологических условий в формировании направленности, скорости и интенсивности проявленности процессов накопления, переноса и рассеивания вредных веществ в компонентах геоэкологической системы ЛППР. Это обу-

славливает необходимость, с одной стороны, усиления контроля за состоянием атмосферы района, с другой стороны, определяет приоритетные направления природоохранной деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина и др. Экологические функции литосферы – М., 2000. - 432 с.
2. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатологические особенности загрязнения воздуха городов. – Л., 1980. -184 с.
3. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город / Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова –Л., 1991. -255 с.
4. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. –Л., 1985. – 272 с.
5. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. –Л., 1975. -447 с.
6. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справочное пособие. – Л., 1983. -328 с.
7. Макросиноптические процессы и состояние природной среды: Межвузовский сборник. -Казань, 1993. - 148с.

УДК 504.6

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ И БЫТОВЫМИ СТОКАМИ

М.Н. Бугреева, А.Е. Спиридонов, Т.Ю. Минакова

*Воронежский государственный университет*

Вода - один из важнейших элементов природных ресурсов, состоящий из Мирового океана (93,6%), подземных вод (4%), льда и снега (2%), рек, озер и болот (0,4%). В природных условиях в воде всегда растворены соли, газы и органические вещества, количественный состав которых меняется в конкретных условиях. Наиболее подвержены загрязнению поверхностные водоемы в пределах урбанизированной территории. Экологически опасными являются сточные воды предприятий, залповые сбросы неочищенных стоков в аварийной ситуации, сбросы вод с судов, свалки. Возмущения, вносимые людьми в составляющие гидросферы, по массе загрязняющих веществ несравненно больше, чем в любой другой геосфере.

**Требования к качеству воды для обеспечения жизнедеятельности человека.** Вода один из важнейших элементов природных ресурсов, состоящий из Мирового океана (93,6%), подземных вод (4%), льда и снега (2%), рек, озер и болот (0,4%). Она является основным компонентом растительного и животного мира, а также средой их обитания. Человек и животный мир должны быть обеспечены пресной питьевой водой, отвечающей по своему составу требованиям действующих на данный момент стандартов. Употребление воды, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям, является прямой угрозой массовых заболеваний населения, причиной повышенной смертности, способствует обострению социальной обстановки и может сделать невозможной жизнь последующих поколений. Инфекционная заболеваемость населения, связанная с водоснабжением, достигает 0,5

млрд. случаев в год, что ставит проблему гигиены воды первоочередной. Но в производстве продуктов питания, в медицине и во многих отраслях промышленности требуется вода особой чистоты. Обеспечение населения водой хорошего качества – задача, которая встала в ряд глобальных [1].

Вода вездесуща в природном мире — биосфере, литосфере, атмосфере, она наиболее чутко реагирует на изменения в природных процессах.

**Поверхностные воды.** Поверхностные водоемы со стоячей водой и в перенаселенных урбанизированных районах наиболее подвержены бактериальному загрязнению. Особенно опасны необеззараженные стоки инфекционных и ветеринарных больниц, предприятий по переработке животного сырья, промпредприятий. Существенную лепту в загрязнение водоемов вносит водный транспорт (нефтепродукты, пищевые отходы, сброс фекальных

Таблица 1

**Антропогенные процессы загрязнения воды [2]**

| Процесс                                   | Главные загрязнители                                                                                                           | Особенности процесса                                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Сток с промышленных регионов              | Нефтепродукты, СПАВ, фенол, органика, соединения серы, алюминия, хлора, радионуклидов (взвеси, микроорганизмы, тепловыделения) | Практически равномерное загрязнение территории всего региона        |
| Сток с сельскохозяйственных регионов      | Пестициды, ядохимикаты, СПАВ, азот, фосфор, нефтепродукты, металлы, радионуклиды (в виде взвесей, растворов, микроорганизмов)  | Практически равномерное загрязнение территории всего региона        |
| Выпадение атмосферных осадков             | Кислоты, металлы, радиоизотопы, пестициды, микроорганизмы                                                                      | Зависит от интенсивности выпадения осадков по региону               |
| Выбросы токсичных и радиоактивных веществ | Тяжелые металлы, радиоактивные изотопы, ядохимикаты, пестициды, хлор и его соединения                                          | Залповые выбросы разной интенсивности локально или по всему региону |
| Аварии нефтепроводов, танкеров            | Нефтепродукты                                                                                                                  | Залповые выбросы разной интенсивности локально или в регионе        |
| Добыча полезных ископаемых                | Металлы, РН, сульфаты, хлориды, углеводороды, соединения фосфора (взвеси, газы)                                                | Практически равномерное загрязнение территории всего региона        |

Таблица 2

**Природные процессы загрязнения воды [2]**

| Процесс                                             | Главные загрязнители                                                                                           | Особенности процесса                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вулканическая и флюидная активность земли           | Газы, взвеси соединений серы, хлора, фтора, азота, фосфора, металлов, радионуклидов, углеводов; тепловыделения | Постоянное действие пульсационного характера с залповыми выбросами глобального или регионального масштаба |
| Физико-химическое взаимодействие с горными породами | Металлы, радионуклиды, соединения серы, хлора, азота, фосфора (растворы, газы, твердые взвеси)                 | Равномерное постоянное действие глобального характера                                                     |
| Биологическая активность                            | Массовое разложение водорослей и планктона, «замор» рыбы, металлоорганические соединения (метил-ртуть и др.)   | Равномерное постоянное действие, иногда с бурными вспышками глобального характера                         |

и технических вод).

Обладая свойствами универсального растворителя, вода постоянно несет огромное количество различных элементов и соединений. Она является обязательной компонентой природной среды, участвующей в процессах миграции вещества. Состояние воды характеризуется химическим составом, составом взвешенных частиц, температурой (табл. 1, 2) [2].

Создание искусственных водохранилищ приводит к подъему уровня грунтовых вод, подтоплению и заболачиванию территорий. Это ухудшает условия аэрации почв, корнеобитаемой зоны, увеличению влажности приземного слоя атмосферы. Водохранилища, расположенные в пределах крупных городских агломераций, представляют собой самостоятельные природно-технические экосистемы, существенно влияющие на общую экологическую ситуацию населенных пунктов [3].

Воронежское водохранилище разделяет город Воронеж на правобережную и левобережную части, и первоначально планировалось как водоем многоцелевого использования: промышленное водоснабжение предприятий города, орошение земельных участков пригородных сельхозпредприятий. В апреле 1991 года распоряжением горисполкома № 126

Воронежскому водохранилищу присвоен статус рыбохозяйственного водоема первой категории. Поскольку значительная часть водохранилища расположена в пределах города и занимает его центральную часть, одной из функций водоема становится рекреационная, заключающаяся в экологически оптимальном архитектурно-планировочном обустройстве береговой зоны.

Для научно обоснованной эксплуатации природно-технических экосистем и разработки природоохранных мероприятий необходима комплексная оценка ресурсов акватории Воронежского водохранилища и береговой зоны. Это позволяет создать структуру рационального сочетания природных и техногенных объектов, так как водохранилище вовлечено в систему связей и отношений градостроительства, промышленного и сельскохозяйственного производств [4]. Использование поверхностных и подземных вод в целях водоснабжения населения, промышленности и сельского хозяйства основано на соблюдении условия о постоянстве качества воды. Однако, в условиях техногенного воздействия (создания искусственных сооружений, например, гидронамывов строительных площадей) качество природных вод существенно меняется. Оптимальный режим эксплуатации Воронежского водохранилища

находится в прямой зависимости от изменения качества воды водоема и впадающих в него ручьев, сброса загрязненных вод [5].

Оценка загрязнения воды водохранилища является важным этапом выдачи рекомендаций природоохранных мероприятий и оптимального использования водных ресурсов. Оценка качества воды и ее санитарное состояние включает анализ динамики изменения так называемых нормируемых элементов во времени. При проведении работ мы руководствовались «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», СанПиНом 4630-88, СанПиНом 2.1.4.559-96 «Питьевая вода...». Согласно этим нормативным документам показателями изменения качества воды служат химические и органические элементы широкого спектра, среди которых, в рамках решаемой задачи, рассматриваются: минерализация, концентрация сульфатов, жесткость, азотные соединения ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), тяжелые металлы – марганец, железо, свинец, хром.

Среднегодовое потребление воды из водохранилища на технические нужды составляет 235,65 млн. м<sup>3</sup>. В настоящее время эксплуатируются 6 технических водозаборов: АООТ «Воронежсинтезкаучук», «Воронежшина», ВЭЛТ, ВАСО, ЮВЖД и ТЭЦ-1. Поверхностные воды используются также на орошение угодий плодосовхоза «Заречное», совхозов «Гремяченский» и «Левобережный».

Водохранилище является водоприемником возвратных вод, включая хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, ливневые и талые сточные воды с жилой и промышленной части города. В период весеннего снеготаяния в водохранилище поступает в зависимости от снежности зимы от 30 до 70 млн. м<sup>3</sup> талых вод, две трети из которых стекает с территории города. Состав их также негативно влияет на процессы самоочищения в водохранилище.

В настоящее время 13 промышленных предприятий левобережной части города имеют свои выпуски в водохранилище условно-чистых вод. Наибольший вклад в химическое загрязнение водохранилища вносят АООТ «Воронежсинтезкаучук» и АООТ «Воронежшина», на долю которых приходится 2/3 загрязнений.

Ежегодно в Воронежское водохранилище и реку Дон поступает около 280 млн. м<sup>3</sup> сточных вод. Из них объем условно чистых вод составляет 52 млн. м<sup>3</sup>, загрязненных – 228 млн. м<sup>3</sup>. Было сброшено: нефтепродуктов – 50 тонн, взвешенных частиц – 4210 тонн, сульфатов – 13810 тонн, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества) – 23300 тонн, железа – 55,58 тонн, меди – 670 кг, цинка – 3170 кг, алюминия – 12600 кг. Наметилась тенденция увеличения количества поступающих в водоемы хлоридов, железа, хрома, нефтепродуктов [6].

Основным химическим загрязнителем воды являются нефтепродукты, которые обнаруживаются в концентрациях выше нормативных (от 1,1 до 6,06

ПДК) в районе пляжа СХИ, Северного, Чернавского, Вогрессовского мостов. Главный источник поступления – приток речных вод, приносимых рекой Воронеж из города Липецка. С ним водохранилище в среднем за год поступает нефтепродуктов 72,96 тонн при средней концентрации - 0,038 мг/дм<sup>3</sup>. Водосборная площадь, непосредственно примыкающая к периметру водоема, формирует объем стока, равный 43,7 млн. м<sup>3</sup> в год. Средневзвешенное значение содержания нефтепродуктов в этих водах может быть принято 0,85 мг/дм<sup>3</sup>, что формирует годовую массу притока в 37,15 тонн. Еще одним из мощных источников поступления является сброс сточных вод, прошедших очистку на Левобережных очистных сооружениях АООТ «Воронежсинтезкаучук». С учетом средних объемов сброса и концентраций это составляет 42,83 тонн в год. Таким образом, по трем составляющим баланса общий приход нефтепродуктов в водоем достигает 152,94 тонн в год. Главной расходной составляющей баланса является сброс воды через сооружения гидроузла. Этим путем из водоема удаляется 100,44 тонн нефтепродуктов (средняя концентрация 0,054 мг/дм<sup>3</sup>) и аккумулируется за год 47,88 тонн нефтепродуктов [7].

В большинстве контрольных точек ГЦСЭН в воде также отмечалось превышение предельно допустимой концентрации по БПК (кислородный эквивалент степени загрязненности воды органическими веществами – биологическое потребление кислорода). Максимальное значение показателя – 34,3 мг/дм<sup>3</sup> зарегистрировано в районе гидроузла плотины. Среднегодовые показатели уровня загрязнения водохранилища по таким ингредиентам, как марганец, медь, железо, алюминий не превысили нормативных значений, за исключением отдельных контрольных точек: у Окружного моста и гидроузла плотины – по железу, марганцу и меди; у Железнодорожного и Вогрессовского мостов – по марганцу; у Чернавского моста – по железу; в районе Песчановки и Левобережных очистных сооружений – по аммонии.

Основным источником бактериологического загрязнения водохранилища, кроме аварийных выпусков, поступлений на очистные сооружения стоков промышленных предприятий, не отвечающих предельно-допустимым концентрациям («Нормы ПДК загрязняющих веществ в сточных водах, направляемых в городскую канализационную сеть») ливневых сточных вод, поступающих с территории города Воронежа, являются Левобережные очистные сооружения, ежедневно сбрасывающие 305 тыс. м<sup>3</sup> недостаточно очищенных сточных вод, что в летний период составляет почти одну треть от поступающей в водохранилище чистой воды.

Отсутствие блока доочистки в технологической системе правобережных очистных сооружений (ПОС) общей производительностью 400 тыс. м<sup>3</sup>/сут. приводит к поступлению в р. Дон загрязненных вод. Вода, очищенная на ПОС, не соответствует ПДК по  $\text{PO}_4^{3-}$  (1,6 ПДК), нефтепродуктам (2,2 – 4,0 ПДК),

**Таблица 3**  
**Средняя концентрация загрязняющих веществ в**  
**сточных водах, поступающих на пос из главного**  
**коллектора**

| Ингредиенты                   | Главный коллектор, мг/л | ПДК, мг/л |
|-------------------------------|-------------------------|-----------|
| цвет                          | серый                   |           |
| запах                         | илистый                 |           |
| взвеш. вещ-ва                 | 176                     | 220       |
| сух ост.                      | 700                     | 1000      |
| Fe <sub>общ.</sub>            | 2,9                     | 1,54      |
| Cr <sup>6+</sup>              | н/о                     | 0,01      |
| Ni <sup>+</sup>               | 0,2                     | 0,02      |
| Cu <sup>2+</sup>              | 0,07                    | 0,005     |
| Cr <sup>3+</sup>              | 0,11                    | 0,03      |
| Zn <sup>2+</sup>              | 0,64                    | 0,01      |
| Cd <sup>2+</sup>              | 0,001                   | 0,01      |
| Cl <sup>-</sup>               | 120                     | 250       |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 54                      | 80        |
| F <sup>-</sup>                | 0,6                     | 1,5       |
| СПАВ                          | 1,2                     | 1,0       |
| ХПК                           | 542                     | 470       |
| БПК                           | 239                     | 350       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 22,5                    |           |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | 0,3                     |           |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 6,0                     |           |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | 8,6                     |           |
| Нефтепрод.                    | 18                      | 1,95      |

**Таблица 4**  
**Средние значения результатов химических**  
**анализов очищенной воды пос за 1996 г.**

| Ингредиент                    | Класс опасности | ПДК, мг/л | Концентрация, мг/л |
|-------------------------------|-----------------|-----------|--------------------|
| взвеш. вещ-ва                 |                 | 33,8      | 9,4                |
| сухой остаток                 |                 | 1000      | 494-600            |
| Cl <sup>-</sup>               | IV              | 300       | 90,8               |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | IV              | 100       | 46,6               |
| PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | II              | 2,6       | 2,3-4,0            |
| F <sup>-</sup>                |                 | 0,75      | 0,08               |
| СПАВ                          |                 | 0,5       | 0,05               |
| Нефтепрод.                    | III             | 0,4       | 0,9-0,1            |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | II              | 3,6       | 6,6                |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | III             |           | 0,09               |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | III             |           | 6,07               |
| Fe <sub>общ.</sub>            | III             | 0,1       | 0,1                |
| Ni <sup>+</sup>               | III             | 0,1       | 0,1                |
| Cr <sup>3+</sup>              | III             | 0,005     | -                  |
| Cu <sup>2+</sup>              | III             | 0,009     | 0,05-0,003         |
| Zn <sup>2+</sup>              | III             | 0,07      | 0,05               |
| Cd <sup>2+</sup>              | II              |           | н/о                |
| ХПК                           |                 |           | 42,2               |
| БПК                           |                 | 15        | 12,4               |

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (1,1-1,4 ПДК), Fe (до 1,5 ПДК), Ni (до 3,5 ПДК), Si (до 10,0 ПДК), Zn (до 10,0 ПДК). Причиной тому является поступление на очистные сооружения стоков от промпредприятий, не отвечающих нормативным требованиям и отсутствие блока доочистки (табл. 3,4).

Добыча песка со дна рек, углубление их фарватера и другие гидротехнические работы резко из-

меняют взаимоотношения поверхностных и подземных вод. Снижая сопротивление ложа реки, они приводят к усилению гидравлической связи поверхностных и подземных вод. Так, например, в целях берегоукрепительных мероприятий для расширения окружной трассы Москва-Ростов и для улучшения водоснабжения в зоне санитарной охраны коммунального водозабора №8, в районе Воронежского водохранилища созданы зоны искусственного литогенеза (намывные грунты). Использование намывных грунтов рассматривалось также в качестве перспективного направления в строительстве жилых микрорайонов. Проектные объемы намыва грунта не были выполнены, экологическая обстановка в пределах линий намывов неблагоприятная.

Качественная и количественная оценка загрязнения воды водохранилища является важным этапом разработке водоохраных мероприятий и рекомендаций рационального использования водных ресурсов.

В соответствии с гигиенической классификацией водных объектов по степени загрязнения водохранилище относится к умеренно загрязненному в северной части и высокозагрязненному в центральной и южной частях города.

**Подземные воды.** В хозяйственно-питьевом водоснабжении огромную роль играют подземные воды. При значительном водоотборе (для нужд крупного города) уровень подземных вод снижается. Размеры такой области (глубина и радиус воронки) тем значительней, чем больше отбор подземных вод. Воронки отдельных скважин, накладываясь друг на друга, могут образовывать зоны депрессии. В настоящее время область загрязнения на участках коммунальных водозаборов города Воронежа контролируется осями депрессионных воронок. Такие оси, вероятно, являются областью смещения потоков вод с водораздела и вод, подтягиваемых эксплуатационными скважинами из водохранилища (инфильтрационных вод).

Примером такого положения является также ситуация в центральной части московского артезианского бассейна, где работа множества водозаборов в течение 100 лет создала область депрессии площадью более 15 000 км<sup>2</sup>. Это привело к тому, что артезианские воды пополняются из рек (часто уже загрязненной водой), полноводность которых резко снизилась (например, Москва-река теряет до 30% своего стока на пополнение артезианских вод). Причины загрязнения подземных вод почти полностью антропогенные. В них проникает фильтрат (токсическая жидкость, насыщающаяся на свалках) с более 100 зарегистрированных свалок только в границах Москвы (200 свалок в области, не считая собственной свалки в каждом селе и садовом товариществе). Не уступает по масштабам заражения подземных вод и сельское хозяйство. Например, в окрестностях г. Звенигорода под Москвой в некоторых сельских колодцах вода содержит нитратов до 200 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК = 45 мг/дм<sup>3</sup>). Состав фильтрата примерно

одинаков со всех свалок: повышенная до 20 г/дм<sup>3</sup> минерализация, высокое содержание хлоридов и сульфатов, органических кислот (гуминовые, молочная, уксусная, пировиноградная), тяжелых металлов и бактериологическое загрязнение. Внутри свалки происходят процессы гниения и брожения, т.е. разложение органики. Конечными продуктами этих реакций являются: тепло, вода и биогаз (диоксид углерода, метан) [8].

На погонный метр московских автомагистралей за зиму высыплют до 60 кг соли (NaCl) (в среднем на борьбу с гололедом с Москве ежегодно тратится более 300 000 тонн соли). Хлориды натрия, являясь хорошими мигрантами, практически не задерживаются почвой, обедняют ее щелочноземельными элементами, ухудшая ее структуру.

До 70% резервуаров автозаправочных станций протекают, нельзя сбрасывать со счетов и протекающие системы канализации. Воздействие «блуждающих» токов (в частности от наземного электрического транспорта и линий электропередач высокого напряжения) на подземные воды придает им большую агрессивность по отношению к металлическим и бетонным конструкциям [2].

Стандарт России на качество питьевой воды включает 30 обязательных показателей. ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) рекомендует учитывать более 100 показателей. Исследования, проведенные московским НИИ им. Ф. Ф. Эрисмана, показали, что в питьевой воде наиболее часто превышают регламентируемые величины: железо (до 80%), суммарные органические соединения по величине перманганатной окисляемости (49%), цветность (47%), мутность (40%), фенолы (32%), марганец (29%), алюминий (15%), нефтепродукты (11%), формальдегиды, капролактамы, циклогексанон (5%) [1].

Пространственное размещение компонентов загрязнителей различной степени опасности в подземных водах г. Воронежа полностью коррелирует со спецификой производства. Например, установлены локальные очаги загрязнения хромом в пределах АО «Электросигнал», АО «Тяжэкс», АО «ВАСО», ГП «Воронежский механический завод», КБХА. Здесь же отмечена повышенная минерализация – 0,8-1,2 г/дм<sup>3</sup>. На водозаборе АО «Полюс», помимо высокого содержания шестивалентного хрома (0,15 мг/дм<sup>3</sup>), нитраты достигают 2,0 ПДК (90 мг/дм<sup>3</sup>), жесткость – 1,7 ПДК (12 мг-экв/дм<sup>3</sup>), бор – 3,0 ПДК (1,5 мг/дм<sup>3</sup>). Ведомственные водозаборы, в силу несоответствия качества воды для питьевых целей, используются как источники технической воды. Актуальность изучения техногенных трансформаций подземных вод и необходимость мониторинговых исследований часто определяется расположением промышленных предприятий в пределах областей питания коммунальных водозаборов. Например, в области питания водозабора №8 расположено ОАО «Видеофон», в области питания водозабора №9 находятся ОАО «Шинник», ПО

«Рудгормаш». В стоках этих предприятий обнаружены в повышенных концентрациях соединения тяжелых металлов (цинк, никель, марганец, железо) и нефтепродукты [6].

По химическому составу подземная вода города Воронежа, хотя и соответствует по большинству компонентов требованиям СанПиП 2.1.4.559-96 «Питьевая вода...», в целом является достаточно жесткой с повышенным содержанием железа и марганца.

Проведенное изучение влияния качества хозяйственно-питьевого водоснабжения на здоровье населения доказывает влияние наличия поверхностно-активных веществ в питьевой воде, ее микробиологического и солевого состава на неинфекционную заболеваемость населения, в частности воды с повышенной жесткостью, повышенным содержанием сульфатов, хлоридов, нитратов, некаля, марганца, железа, сине-зеленых водорослей на возникновение (как обуславливающего фактора) мочекаменной, желчекаменной болезней, функциональных расстройств желудка и аллергических заболеваний.

Одним из важнейших показателей качества природной воды является содержание в ней фтора. Попадая в клетки растений или организм, фтор взаимодействует со многими химическими элементами (железом, марганцем, никелем), образуя комплексные соединения, которые депрессируют ферменты. Отрицательное влияние наблюдается как при недостатке фтора в воде, так и при его избытке. Недостаток фтора в рационе способствует развитию кариеса зубов. Концентрация фтора выше 1,5 мг/дм<sup>3</sup> ведет к увеличению риска флюороза зубов, а еще большая концентрация — вызывает флюороз скелета типа остеосклероза и тугоподвижность суставов (эту болезнь медики ставят в один ряд с раком). Флюороз проявляется в появлении пятен и эрозии зубной эмали, повышением стираемости и хрупкостью зубов. Обеспечение номинальной концентрации фтора в питьевой воде связано со сложностью и дороговизной существующих технологий. В настоящее время самыми распространенными реагентами для удаления фтора являются соли алюминия, но при этом необходимо учитывать и другие качественные показатели: концентрацию сульфатов, щелочность, минерализацию. Рассматривается вопрос об использовании в качестве реагента оксида магния: он не представляет вреда для здоровья, более дешев, упрощает схему процесса, быстро и хорошо растворяется, эффективно дефторизирует воду [8]. Можно считать перспективным использование как реагента для дефторирования воды оксида кальция. Этот метод наименее вреден для здоровья людей, но менее удобен технологический процесс дефторирования: требуется контроль жесткости воды по кальцию и магнию.

Для обеспечения управления подземными водами необходимы следующие меры:

- охрана проведением комплекса запретительных мер, направленных на профилактику нега-

тивных изменений подземных вод (зонирование территорий, санитарная охрана водозаборов, выполнение требований, санитарных, строительных норм и правил);

- защита подземных вод обеспечивается проведением комплекса инженерно-технических мероприятий с целью ограничения в пространстве и времени негативного влияния загрязнений от хозяйственной деятельности (искусственное пополнение запасов подземных вод; изоляция источника загрязнения их с помощью экранов, дренажей; локализация пятна загрязненных подземных вод созданием отводящих водозаборов, разного рода завес);

- реабилитация подземных вод, очистка, обеспечивающая возвращение им экологически приемлемых свойств и качеств с использованием профилактических мер в сочетании с инженерными, биологическими, химическими.

**Системы водоснабжения и водопользования.** Комплексным показателем, характеризующим систему водоснабжения объекта экономики, является степень ее изолированности (доля повторного использования воды). На современных предприятиях нефтехимии и нефтепереработки этот показатель достигает 90%, в черной металлургии - 80%, в целлюлозно-бумажной промышленности - 60%.

Важным фактором при определении последствий загрязнения является знание времени самоочищения сточных вод: в мировом океане 2500 лет; подземных вод 1400 лет; почвенной влаги 1 год; воды озер 17 лет; болот 5 лет; в руслах рек 16 дней; влаги в атмосфере 10 дней [8].

По характеру воздействия деятельности человека на режим, ресурсы и качество водных объектов можно указать на три группы факторов:

1) непосредственное прямое изъятие воды, сброс сточных вод или преобразование морфологических элементов водоемов (создание в руслах рек разного назначения водоемов, прудов, намывных грунтов, спрямление русел рек);

2) воздействие на водный объект посредством изменения поверхности и состояния его водосбора (мелиорация, осушение болот, вырубка или посадка лесов, урбанизация);

3) воздействие на основные элементы влагооборота в пределах конкретных речных водосборов за счет изменения климатических характеристик в глобальном или региональном масштабе.

Из водопользования необходимо выделить хозяйственно-питьевое, лечебное, курортное, оздоровительное, для сельскохозяйственных нужд, промышленное, гидроэнергетическое, рыбохозяйственное, в качестве транспортных линий и для сточных вод.

Великая река Волга за год несет до 300 млрд. м<sup>3</sup> загрязненной воды, которая без глубокой предварительной очистки не может быть использована ни для каких целей. Такова же судьба многих других рек (Десны, Дона, Кубани, Невы, Печоры). На грани экологической гибели уникальное озеро Байкал, где сосредоточено 1/3 всех мировых запасов

чистой пресной воды [2].

Наблюдающееся во всем мире обмеление рек и даже исчезновение малых рек, ручьев и родников тесно связано с нарушениями их стоков (обычно из-за снижения скорости) и ростом содержания в воде загрязнений и переносимых примесей, взвесей и мусора. Этому способствуют постройки гидротехнических сооружений на реках; увеличение отбора воды для нужд хозяйственной деятельности, которая обычно не возвращается в район водоотбора; поступающие в реку загрязнения, как с притоками, так и с ливневыми стоками. Свою лепту вносят сюда и чрезвычайные ситуации, которые приводят к разрушениям емкостей с опасными веществами (например, тушение пожаров на нефтеперерабатывающих предприятиях с применением большого количества воды).

Вода в хозяйственном использовании и быту выступает в качестве сырья, энергоносителя, транспортного средства, растворителя или как промежуточный технологический агент, но всегда как система, удаляющая отходы. Реки и озера являются удобным и дешевым средством сообщения, хотя водный транспорт вносит огромный вклад в загрязнение водоемов.

Возмущения, вносимые людьми в составляющие гидросферы, по массе загрязняющих веществ несравненно больше, чем в любой другой геосфере. К тому же загрязнения других геосфер приводят к поступлению загрязняющих веществ в гидросферу (например, соединения серы из атмосферы в виде кислотных дождей попадают в водоемы).

Отдельные химические элементы сбрасываются в таких количествах, что водные системы не в состоянии их переработать (ртуть, кадмий, мышьяк, свинец, селен). Наибольшее количество загрязнителей поступает в гидросферу от объектов нефтеперерабатывающей, химической, целлюлозно-бумажной, металлургической, текстильной промышленности. Многие речные системы не в состоянии справиться с загрязнением на всем своем протяжении. В результате употребления загрязненной воды ежедневно на земле умирает до 25 000 человек (по данным ВОЗ).

Основными способами улучшения качества воды являются:

- осветление (удаление взвешенных веществ),
- обесцвечивание (удаление окрашенных коллоидов, растворенных веществ),
- обеззараживание (уничтожение патогенных микроорганизмов)
- специальные методы обработки (удаление или введение в воду необходимых элементов).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гранин А. С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. - М., 2000. - 336 с.
2. Основы безопасности жизнедеятельности. - М., 2001. - 62 с.

3. Авакян А.Б., Матарзин Ю.В., Салтанкин В.П. Равнинные водохранилища. - М., 1986.-88 с.
4. Экологическая геохимия и микробиология зон искусственного литогенеза / В.Л.Бочаров, Е.Т.Епринцев, А.Я.Смирнова и др.- Воронеж, 1999.-154 с.
5. Смирнова А.Я., Бочаров В.Л. Водные экосистемы промышленно-городских агломераций бассейна Верхнего Дона // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. - 1997. - №3. - С.102-115.
6. Оценка техногенного загрязнения объектов окружающей среды в условиях промышленного комплекса / М.Н.Бугреева, И.В.Колнет, Н.П.Мамчик, Т.Ю.Альбекова // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. - 2000.- №9. - С.243-248.
7. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Воронеже в первом полугодии 2000 года /Под ред. Н.П.Мамчика. - Воронеж, 2000.-С. 7-25.
8. Коробкин В. И., Передельский Л.В. Экология. - Ростов, 2000. — 576 с.

УДК 556. 382

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮГО-ЗАПАДА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.М. Зинюков, В.А. Свиридов, Ю.А. Устименко,  
Н.А. Корабельников, А.А. Сергатских

*Воронежский государственный университет*

Оценка природных ресурсов подземных вод является обязательным видом исследований при проведении региональных гидрогеологических работ (государственных гидрогеологических съемок масштаба 1: 100 000 – 1: 500 000). Актуальность данных исследований очевидна, особенно при возрастании техногенной нагрузки на водные объекты, при которой происходит истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод. Изучение ресурсов зоны активного водообмена для Воронежской области имеет очень важное значение (особенно для ее южных районов), так как область считается одной из наименее обеспеченных водными ресурсами в пределах Российской Федерации.

Основная доля природных ресурсов подземных вод территории листов М-37-ХVI И М-37-XXII формируется в пределах Воронежской области (Подгоренский, Россошанский, Ольховатский и Кантемировский районы) и лишь незначительная часть относится к Ровеньковскому и Алексеевскому районам Белгородской области. Воронежская область располагается в зоне недостаточного увлажнения. Годовых осадков выпадает сравнительно мало, большая часть их испаряется. По показателям местных ресурсов, включающих поверхностные и подземные воды зоны активного водообмена, область является одной из наименее водообеспеченных не только в Центрально-Черноземном экономическом районе, но и в России [1]. Помимо всего, водосборы малых рек исследуемой территории очень чувствительны к техногенному влиянию. Это связано с широким развитием на них хозяйственной деятельности. Таким образом, проблема водных ресурсов является для Воронежской области одной из самых актуальных.

В пределах области Курдовым А.Г. выделены пять гидрологических районов: Девицкий, Чернокалитвинский, Подгоренский (расположены на Среднерусской и Калачской возвышенностях), Воронежский, Битюго-Хоперский (расположен на Окско-Донской равнине). Районы имеют четкие границы по рельефу, климату, почвам, геолого-гидрогеологическим условиям и характеру хозяйственной деятельности на территориях водосбора.

Большая часть исследуемой территории относится к Чернокалитвинскому гидрологическому

району, за исключением бассейна реки Богучарка и устьевой части реки Битюг, которые принадлежат Подгоренскому гидрологическому району.

Основными задачами гидрологических исследований, проводимых в процессе гидрогеологической съемки являются: изучение взаимосвязи подземных и поверхностных вод, измерение расходов поверхностных водотоков, оценка природных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена в бассейнах рек исследуемой территории. Оценка величины природных ресурсов была осуществлена по материалам стационарных наблюдений за речным стоком на 3 постах Госкомгидромета и по 25 пунктам замеров расходов рек, выполненных при экспедиционных гидрометрических наблюдениях в период устойчивой летней межени (табл.1-3).

Основными показателями, характеризующими природные ресурсы являлись - модуль подземного стока ( $M_p, л/с/км^2$ ) и расход подземного стока ( $Q, тыс.м^3/сут$ ), эквивалентный в среднемноголетнем разрезе меженному расходу рек.

В связи с тем, что величина годового подземного стока обусловлена влиянием большого числа факторов и является случайной переменной величиной, результаты экспедиционных наблюдений приведены к многолетнему ряду 50% и 95% обеспеченности.

Расчет стока заданной ежегодной вероятности превышения был выполнен согласно [2]. Для расчета стока с бассейнов с недостаточным периодом наблюдений был применен метод аналогии. В