

УДК 911.2:556.5(476–2.5+479.22–25)

*М.Г. Ясовеев, доктор геолого-минералогических наук, профессор,  
заведующий кафедрой экономической географии и охраны природы БГПУ;*

*Д.Д. Таликадзе, аспирант кафедры экономической географии  
и охраны природы БГПУ;*

*О.В. Шершнев, кандидат географических наук,  
доцент кафедры географии,  
геолого-географического факультета ГГУ им. Ф. Скорины*

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ МИНСКА И ТБИЛИСИ

**В**ведение. Большие и малые промышленные предприятия, городская инфраструктура, сельское хозяйство, транспорт, стоки из выработанных карьеров, рудников, шахт и аварийное загрязнение сказываются негативно на качестве природных вод. В связи с тем, что от качества питьевой воды зависит здоровье населения, актуальность экологической проблематики водоснабжения весьма высока как в Беларуси, так и в Грузии.

Цель работы – провести сравнительный анализ геоэкологических проблем водоснабжения Минска и Тбилиси. Объекты изучения: водные ресурсы, вовлеченные в водоснабжение Минска и Тбилиси, в частности природные условия их формирования и влияние техногенной нагрузки на качество воды в различных условиях формирования водных ресурсов.

**Методика проведения исследований.** На основании совместных исследований экологических проблем водных ресурсов в Беларуси и Грузии, вовлеченных в водоснабжение городов Минска и Тбилиси, проведена комплексная оценка природных условий формирования ресурсов пресных питьевых вод. Основной причиной возникновения геоэкологических проблем является техногенное воздействие на окружающую среду. На начальном этапе исследований оценивались природные условия формирования водных ресурсов, используемых для питьевого и хозяйственного водоснабжения столиц Беларуси и Грузии, что позволило выявить условия защищенности вод от техногенного воздействия. На следующем этапе исследовались технические средства обеспечения водоснабжения, а также химическое и биологическое загрязнение

отдельных источников водоснабжения. В итоге разработан комплекс рекомендаций для улучшения качества питьевой воды на основе минимизации техногенного воздействия на используемые источники воды. Кроме того, предложены альтернативные, менее загрязненные источники воды для обеспечения водных потребностей городов.

**Техническое обеспечение водоснабжения.** Беларусь и Грузия еще в недалеком прошлом входили в состав СССР, что обуславливает сходность истории развития водного хозяйства стран. Первый централизованный водопровод в Минске был принят в эксплуатацию в 1874 г. Он снабжал центральную часть города подземной водой из скважин, расположенных в пойме р. Свислочи. Первый водопровод в г. Тбилиси был построен еще в 60-е гг. XIX в., источниками питания которого служили р. Кура и родники, но в городе постоянно ощущался недостаток воды [1].

За годы советской власти и в Минске, и в Тбилиси систематически увеличивалась подача пресной питьевой воды. В Минске в 1932 г. построен и дал воду первый городской групповой водозабор «Новинки», впоследствии к нему присоединились еще несколько групповых водозаборов. В январе 1976 г. сдан в эксплуатацию комплекс Вилейско-Минской водной системы.

В Тбилиси в довоенные годы построено несколько водопроводов на базе р. Арагви и питающих ее родников, также вступило в строй Тбилисское водохранилище. подача воды в город увеличилась, и если в 1921 г. на одного жителя города в сутки приходилось 41 л поступающей воды, то в 1960 г. уже 388 л [1]. После распада СССР, в отличие от Минска, где го-

родские власти смогли обеспечить бесперебойное водоснабжение города, в Тбилиси возник дефицит пресной воды и был установлен график ее подачи. В связи с амортизацией водопроводов часто происходили аварии, в питьевую воду попадали канализационные и сточные воды, что вызывало инфекционные заболевания. В 1998 г. в Тбилиси зафиксировано 1130 случаев амебиаза, в 1999 г. – 692 [2].

Водоснабжением столицы Беларуси занимается Коммунальное унитарное производственное предприятие «Минскводоканал», (регистрация Мингорисполкома от 03.04.2003 № 408), находящееся в коммунальной собственности г. Минска. «Минскводоканал» поставляет около 155510 млн м<sup>3</sup> питьевой воды в год. Кроме этого в Минске разными предприятиями эксплуатируются более 150 ведомственных скважин, суммарный отбор воды из которых составляет 13 542 млн м<sup>3</sup> в год. Водоснабжением г. Тбилиси занимается частная компания «Georgian water and power».

Потребление питьевой воды на одного жителя г. Минска в настоящее время составляет 220 л/сут [3], а в г. Тбилиси – 800 л/сут, что выше аналогичных показателей большинства стран Европы, где в среднем на одного жителя приходится от 100 до 150 л/сут [3].

Высокий показатель водопотребления в Тбилиси обусловлен тем, что огромный объем воды уходит на обслуживание локальных отопительных систем, так как в городе отсутствуют централизованное отопление и снабжение горячей водой. Много воды уходит на орошение городских парков. Повышенному спросу на воду способствует также жаркое и сухое лето [4].

**Природные условия формирования водных ресурсов.** В Минском регионе, где формируются водные ресурсы, используемые для водоснабжения столицы, рельеф преимущественно равнинный и холмистый, средняя абсолютная высота поверхности не превышает 200–240 м над уровнем моря. Данная территория повсеместно освоена и является зоной интенсивной хозяйственной деятельности, что

подвергает ее интенсивной техногенной нагрузке [5].

Тбилиси снабжается водой из родников ущелья р. Арагви, непосредственно из р. Арагви и из Самгорского водохранилища, которое, в свою очередь, питают воды рек Иори и Арагви [6]. Суммарная площадь водосборных бассейнов, из которых осуществляется водозабор, составляет 3,8 тыс. км<sup>2</sup>. Средняя высота бассейна питания – 1260 м над уровнем моря, территория мало заселена, в связи с чем техногенная нагрузка невелика. Однако зачастую сточные воды малых населенных пунктов, содержащие хозяйственно-бытовые загрязнения, попадают в речную сеть без всякой очистки и загрязняют реки патогенными микробами. Кроме того, сточные воды малых сельскохозяйственных предприятий содержат токсичные примеси интенсивно ведущегося с применением химических средств сельского хозяйства. В подземных и поверхностных водах отмечено содержание удобрений и ядохимикатов. Участки пойм, а иногда и русла малых притоков рек Иори и Арагви превращены в свалки бытовых отходов, что также вызывает загрязнение воды.

В настоящее время водоснабжение г. Минска бизируется на артезианских скважинах глубиной 80–300 м, которые расположены на территории 6-ти районов Минской области на расстоянии до 80-ти км от города.

Кроме того, жителями Московского, Фрунзенского, Центрального и Октябрьского районов столицы потребляется после соответствующей очистки вода из Вилейско-Минской водной системы. Поверхностные воды составляют около трети используемой в городе воды.

Источники загрязнения природной среды и водных объектов, вовлеченных в водоснабжение столицы Беларуси, можно подразделить на промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные. Однако не все промышленные выбросы и стоки одинаково опасны, для сопоставления их полезно применять весовые коэффициенты, приведенные в таблице 1 [7].

**Таблица 1 – Классификация промышленных выбросов и стоков по группам токсичности**

| Выбросы  |   |  |  | Стоки  |                              |  |                                       |
|--|---|--|--|--|------------------------------|--|---------------------------------------|
| Группа токсичности                             |   |  |  |  |                              |  |                                       |
| I  | II  | III  | IV   | I  | II                           | III  | IV                                    |
| Цветная металлургия. Химическая промышленность | Нефтехимическая и микробиологическая промышленность | Черная металлургия и деревообрабатывающая промышленность | Теплоэнергетика, машиностроение, легкая и пищевая промышленность | Микробиологическая, химическая, нефтехимическая, деревообрабатывающая промышленность | Цветная и черная металлургия | Пищевая, топливная, промышленность. Производство строительных материалов | Машиностроение, легкая промышленность |
| Весовой коэффициент                            |   |  |  |  |                              |  |                                       |
| 7,0  | 3,3   | 1,4  | 1,0  | 8,0  | 3,0                          | 1,3  | 1,0                                   |

Исходя из одной из важнейших закономерностей развития нашей планеты – целостности географической оболочки Земли, очевиден тот факт, что изменение одного компонента ландшафта вызывает изменение других в той или иной степени. В связи с этим нельзя пренебречь и косвенными источниками загрязнения. Например, выбросы промышленности и автотранспорта, содержащие ядовитые соединения, загрязняют атмосферный воздух и вместе с атмосферными осадками возвращаются на поверхность Земли, загрязняя как поверхностные воды, так и почвы, подземные воды.

В 2009 г. общая эмиссия (выбросы в атмосферу) в Минске составила 229,3 тыс. т, из которых 189 тыс. т (82,4 %) приходится на долю передвижных источников. Доля стационарных источников в загрязнении воздуха г. Минска составляет всего 17,6 % [3].

Объем выбросов от передвижных источников зависит от их количества, расхода топлива, качества топлива, технического совершенства и состояния транспортных средств, состояния дорожной сети и др. По оценкам в рамках программы ЕМЕП, доля трансграничной серы в выпадениях на территории Беларуси составила 86 %, окисленного азота примерно 97 %, бензапирена 68 %, около 70 % антропогенного свинца, 50 % кадмия и 60 % ртути [3].

В условиях горного рельефа Грузии автотранспортом производится большинство перевозок. В настоящее время в стране отменен обязательный технический осмотр транспортных средств, что способствует росту загрязняющих выбросов. После сноса всех трамвайных и троллейбусных линий в крупных городах Грузии возросло число автобусов и маршрутных такси, что, безусловно, негативно влияет на состояние атмосферного воздуха.

Велика опасность загрязнения Тбилисского водохранилища, так как отрезок обходной железной дороги Тбилиси пройдет во втором поясе зоны санитарной охраны водоема. По проведенным исследованиям и согласно методике оценки устойчивости к техногенному воздействию геологической среды [5], можно заключить, что местность, прилегающая к водохранилищу, характеризуется низкой степенью устойчивости, чему способствуют близкое залегание грунтовых вод к поверхности, расчлененный рельеф и наличие современных геологических процессов. Строительство обходной железнодорожной магистрали в Тбилиском районе создает серьезную угрозу для водохранилища.

В случае аварии на участке дороги в водосборном бассейне водохранилища и при попадании около половины объема всего лишь одной цистерны (30 т) нефтепродуктов, будет загрязнено до 50 % полезного объема воды, и в результате около половины населения г. Тбилиси останется без питьевой воды. Грунтовые воды, распространенные в делювиальных суглинках, залегающих на глубине 4 м, питают как само водохранилище, так и ниже расположенные горизонты подземных вод. В случае разлива нефтепродуктов или химических веществ они, пройдя делювиальный глинистый слой грунта, попадут в грунтовые воды. Кроме этого, во время строительных работ и после начала эксплуатации железной дороги разные вещества поступят и в будущем будут поступать с водами местного стока как в подземные водоносные горизонты, так и непосредственно в водохранилище.

**Качество воды.** Пригодность воды для питья определяется количеством растворенных в ней солей, отсутствием вредных примесей и санитарно-бактериологическими показателями. Воды, используемые для водоснабжения городов Минска и Тбилиси, по степени минерализации воды характеризуются как качественные питьевые воды, так как минерализация воды не превышает 600 мг/дм<sup>3</sup>.

Степень пригодности воды для питья определяется также ее санитарно-гигиеническими показателями. Опасность представляет загрязнение фекальными отбросами, содержащими патогенные микробы, которые служат причиной эпидемических заболеваний.

При изучении качества воды важнейшее значение имеет ее химический состав, так как химическое загрязнение является наиболее стойким к разрушению природными факторами. Если современные технологии очистки воды позволяют провести полное бактериологическое обеззараживание, то химический состав и минерализация воды остаются при этом практически неизменными.

На Минских водозаборах следы техногенного загрязнения фиксируются в основном в неглубоко залегающем днепровско-сожском водоносном горизонте, который эксплуатируется с наибольшей интенсивностью. При этом максимальные уровни такого загрязнения наблюдаются на старых водозаборах «Новинки», «Зеленовка», «Дражня» [3].

Так, на водозаборе «Новинки» нитратное загрязнение отмечается во многих скважинах, расположенных вблизи частной застройки и сельскохозяйственных угодий. В ряде скважин содержание нитратов достигает 50–67 мг/дм<sup>3</sup>,

что превышает уровень ПДК, который составляет 45 мг/дм<sup>3</sup>, содержание марганца до 0,35 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup>), а также бора до 1,6 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>) и бария до 0,64 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). На водозаборе «Зеленовка» нитратное загрязнение фиксируется в скважинах, расположенных в основном вблизи частной городской застройки. Содержание нитратов составляют 35–43 мг/дм<sup>3</sup>, то есть пока не превышает ПДК. В ряде скважин также наблюдается загрязнение вод хромом, до 0,42 мг/дм<sup>3</sup> при уровне ПДК равном 0,05 мг/дм<sup>3</sup> [3; 8].

Следы нитратного загрязнения в водах днепровско-сожского водоносного горизонта (до 25–26 мг/дм<sup>3</sup>) фиксируются на водозаборах «Дражня» и «Волма», по нефтепродуктам – до 0,23 мг/дм<sup>3</sup> при уровне ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

В Грузии в соответствии с местными нормативами в воде р. Арагви превышает среднее содержание фенолов (9 ПДК), азота аммонийного (5 ПДК), нитритного азота (3 ПДК), меди (6 ПДК), содержание других компонентов загрязнения в воде не превышает ПДК [3].

Величины содержания загрязняющих ингредиентов в поверхностных источниках водоснабжения, в частности воде Заславльского и Самгорского водохранилищ, приведены в таблице 2 [3–4].

**Таблица 2 – Содержание некоторых загрязняющих ингредиентов в водах Заславльского и Самгорского водохранилищ, мг/дм<sup>3</sup>**

| Среднее содержание загрязняющих веществ в воде | Заславльское водохранилище | Самгорское водохранилище |
|--|----------------------------|--------------------------|
| БПК <sub>5</sub>                               | 2,7                        | 1,55                     |
| Нефтепродукты                                  | 0,013                      | 0,01                     |
| СПАВ   | 0,0026                     | 0,02                     |
| Азот аммонийный                                | 0,2                        | 1,09                     |
| Азот нитритный                                 | 0,003                      | 0,035                    |
| Фосфаты  | 0,024                      | 0                        |
| Железо   | 0,006                      | 0,18                     |
| Цинк   | 0,032                      | 0                        |
| Медь   | 0,004                      | 0,007                    |

Согласно Директиве Европейского совета 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 г., по качеству воды, предназначенной для потребления человеком, питьевая вода как в Минске, так и в Тбилиси соответствует нормам, предъявляемым к питьевой воде в странах ЕС. Это обусловлено тем, что в Беларуси и Грузии применяются более жесткие требования к питьевой воде чем в странах ЕС [4; 8–9].

При проведении сравнительного анализа природных условий формирования водных

ресурсов в Беларуси и Грузии выявлены схожие геоэкологические проблемы, однако источники техногенного воздействия различаются. Загрязненные атмосферные осадки в силу техногенного воздействия на атмосферу одинаково негативно влияют на водные ресурсы как в Грузии, так и в Беларуси, но если в Грузии снизить концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе можно путем установления строгого технического контроля над транспортными средствами, уменьшить таким образом выбросы, то в Беларуси такая проблема из-за преобладания трансграничного загрязнения воздуха представляется весьма сложной задачей.

Промышленные и сельскохозяйственные сточные воды в Минском регионе формируют большую часть техногенной нагрузки, а в Тбилиси их роль незначительна. В Тбилиси основными источниками загрязнения служат стихийные свалки и сточные воды малых населенных пунктов, расположенных в бассейне формирования поверхностного стока.

### Выводы

1. В силу того, что в настоящее время властями Беларуси принимается множество мер по защите водных ресурсов, можно сделать оптимистический прогноз, что качество питьевой воды в столице Беларуси будет улучшаться. Важным является и тот факт, что общие разведанные эксплуатационные запасы подземных вод Беларуси составляют 2370,7 млн м<sup>3</sup>/год, а питьевое водопотребление по данным 2008 г. составило 770 млн м<sup>3</sup>/год, и по прогнозам в ближайшие десятилетия оно будет в пределах от 720 до 930 млн м<sup>3</sup>/год. В количественном отношении Беларусь будет полностью обеспечена подземными водами для питьевого водоснабжения на ближайшую и отдаленную перспективу [9].

2. Что касается водных ресурсов, вовлеченных в водоснабжение г. Тбилиси, есть высокая вероятность того, что вода Самгорского водохранилища станет непригодной для питья и придется изыскивать альтернативные источники водоснабжения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Джаошвили, В.Ш. Водоснабжение Тбилиси / В.Ш. Джаошвили // Мецниереба. – Тбилиси. – 1971. – 63 с.
2. Миндорашвили, А.В. Актуальные вопросы обеспечения населения Грузии качественной питьевой водой и мониторинга: сб. трудов Института гидрометеорологии АН Грузии / А.В. Миндорашвили. – Тбилиси, 2002. – С. 96–104.
3. Состояние окружающей среды и природопользование города Минска. – Минск: Изд. центр БГУ, 2007. – С. 13–92.
4. Давитая, Е. Проблемы ландшафтно-экологические и природопользования межгорной равнины Грузии / Е. Да-

- витая, Е. Салуквадзе, Н. Арчвадзе. – Тбилиси, 2005 – С. 25–92.
5. Ясовеев, М.Г. Геоэкология Беларуси / М.Г. Ясовеев, В.Б. Таранчук и др. – Минск: Право и экономика, 2006. – С. 14–165.
  6. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. В.Ш. Цомая. – Том 9: Закавказье и Дагестан. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – С. 398–563.
  7. Методика оценки геоэкологических последствий техногенеза геоморфологической области центральнобелорусских возвышенностей и гряд / Н.В. Ястребова, В.Н. Киселев, М.Г. Ясовеев и др. // Четвертичная геология, геоморфология, геоэкология Беларуси и сопредельных территорий. – Минск: Право и экономика, 2009. – С. 127–131.
  8. Директива Совета Европейского Союза 98/83/ЕС от 3 ноября 1998 г. по качеству воды, предназначенной для потребления человеком // Official Journal of the European Communities, 1998. – С. 15–19.
  9. Коммунальная гигиена // Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Минск, 2011. – Вып. 1(11). – 120 с.
  10. Титкова, Н.Д. Прогноз использования пресных питьевых вод в Беларуси / Н.Д., Титкова, Д.Д. Таликадзе // Актуальные питання сучасної науки: Зб. наук. прац. – Мінск: БДПУ, 2010. – С. 195–199.

#### SUMMARY

*This article is about principal problems of water supply in the cities Minsk and Tbilisi. The results of comparative analysis of ecological problems of water resource, involved in water supply industry of these cities are submitted. The historical aspects of water supply industry development in the cities of Minsk and Tbilisi are examined.*

Поступила в редакцию 04.11.2011.