

УДК 911.2:556(476)

UDC 911.2:556(476)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

ASSESSING THE IMPACT OF WATER CONSUMPTION ON FRESH GROUNDWATER RESOURCES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

О. В. Шершнев,
*кандидат географических наук, доцент
кафедры социально-гуманитарных
дисциплин Института повышения
квалификации и переподготовки кадров
учреждения образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины»*

O. Shershnyov,
*Candidate of Geography,
Associate Professor of the Department
of Social Humanities, Institute
of Skills Development
and Staff Retraining, Educational
Establishment «Francisk Skorina
Gomel State University»*

Поступила в редакцию 25.01.17.

Received on 25.01.17.

В статье представлена методика оценки влияния эксплуатационной нагрузки на ресурсы пресных подземных вод. Оценка опирается на систему индикаторов и индексов, отражающих количественные характеристики использования пресных подземных вод. Оценка проведена на уровне областей и отдельных городов страны, среди которых как густонаселенные и промышленные центры, так и города с производством местного значения и относительно невысокой численностью населения. Результаты свидетельствуют, что в большинстве случаев использование ресурсов пресных подземных вод находится на приемлемом экологическом уровне. В то же время указано на существование ряда проблем, связанных с оценкой запасов подземных вод, организацией водозабора, учетом потребностей и объемами использования воды, состоянием систем водоснабжения.

Ключевые слова: естественные ресурсы подземных вод, эксплуатационные запасы подземных вод, прогнозные эксплуатационные ресурсы, водопотребление, индикаторы, индексы.

The article presents a methodology for assessing the impact of water consumption on fresh groundwater resources. The assessment based on indicators and indexes system, reflects the quantity characteristics of fresh groundwater use. The assessment is made on the level of regions and several cities of the country, including densely populated and industrial centers, and cities with the production of local importance and a relatively low population. The results show that in most cases the use of fresh groundwater resources is on the acceptable environmental level. At the same time, indicated the existence of a number of problems associated with the assessment of groundwater resources, water intake, based on the needs and volume of water, condition of water supply systems.

Keywords: natural groundwater resources, usable groundwater resources, forecasted usable resources, water consumption, indicators, indices.

Введение. Одним из основных направлений в области использования природных ресурсов Республики Беларусь стало рациональное использование и охрана водных ресурсов. В этом отношении важной составной частью является наличие актуальной информации не только о качестве, но и количестве используемой воды, что в целом предопределяет экологическую безопасность целевого водопотребления.

Оценка влияния эксплуатационной нагрузки на пресные подземные воды при водоснабжении подразумевает анализ их количе-

ственной составляющей, то есть степень изменения их запасов (ресурсов) под влиянием природных и антропогенных факторов.

Исходные данные и методика исследования. В работе использованы опубликованные статистические материалы по ресурсам, запасам и использованию пресных подземных вод в Республики Беларусь за период с 2009 по 2015 г. [1–4].

Для оценки количественных изменений, вызванных антропогенным воздействием на компоненты природной среды, в мировой

практике распространена система, основанная на анализе индикаторов, отражающих воздействие на компоненты окружающей среды и их состояние. В качестве таких индикаторов принимаются: Воздействие (Pressure) – Состояние (State) – Отклик (ответная реакция) (Response) [5–8].

Применительно к количественной составляющей подземных вод такие индикаторы могут характеризовать:

- индикатор воздействия – степень (интенсивность) использования запасов подземных вод;
- индикатор состояния – изменчивость ресурсов подземных вод или обеспеченность ими во времени. По сути, индикатор отражает степень устойчивости подземных вод к воздействию на них;
- индикатор отклика – отражает эффективность мероприятий, направленных на улучшение или поддержание оптимального состояния (водного режима, качества) подземных вод, систем водоснабжения, например, за счет снижения потерь воды при транспортировке, использования систем оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения, обновления систем водоснабжения.

В качестве показателей индикаторов, выраженных в численной форме, могут выступать индексы или коэффициенты, представляющие собой относительные величины известных количественных характеристик

запасов и ресурсов подземных вод, объемы использования и отведения вод и др.

Результаты и их обсуждение. Структура использования пресных подземных вод за 2009–2015 гг. существенно не изменилась. Приоритетным направлением остается хозяйственно-питьевое водоснабжение, на которое расходуется 63–65 % добываемых вод; на производственные нужды используется от 20 до 30 % воды питьевого качества. От 12 до 15 % воды используется для сельскохозяйственного водоснабжения и менее 1 % на орошение.

На протяжении длительного времени происходит сокращение добычи пресных подземных вод для использования на фоне, хотя и незначительного, но возрастания разведанных эксплуатационных запасов (рисунк). Таким образом, наблюдается существенное различие между фактической динамикой добычи и ростом эксплуатационных запасов, что указывает на несоответствие реальных потребностей в воде и проводимыми работами по оценке запасов. Такие расхождения должны учитываться при управлении недропользованием, в частности при определении действительных потребностей в воде и предоставлении возможности добычи подземных вод тем недропользователям, которые действительно нуждаются в организации добычи подземных вод.

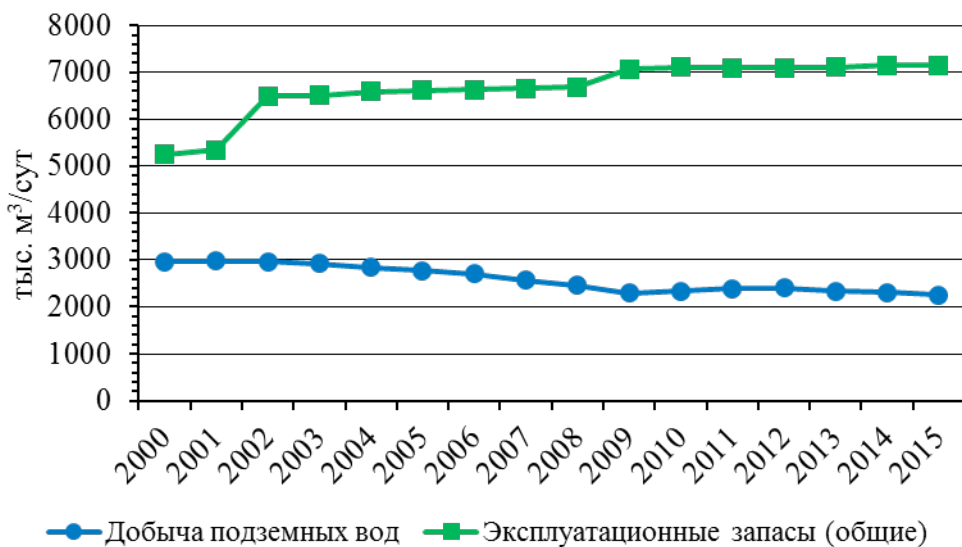


Рисунок – Сопоставление изменения величины водозабора и эксплуатационных запасов подземных вод в Республике Беларусь

Представление об антропогенной нагрузке на количественную составляющую подземных вод можно получить на основе сопоставления величин ресурсов и запасов подземных вод с объемами их извлечения и использования.

Для количественной оценки влияния эксплуатационной нагрузки на ресурсы пресных подземных вод Республики Беларусь в пределах выделенных индикаторов были использованы ряд индексов.

Индикатор воздействия включает индексы освоения и использования эксплуатационных запасов. Индекс освоения эксплуатационных запасов равен отношению количества добытых (извлеченных) подземных вод к их эксплуатационным запасам. Индекс использования эксплуатационных запасов равен отношению количества использованных подземных вод к их эксплуатационным запасам.

Индикатор состояния характеризуется индексами освоения, использования прогнозных ресурсов и обеспеченности водоснабжения. Индекс освоения прогнозных ресурсов равен отношению количества добытых (извлеченных) подземных вод к их прогнозным ресурсам. Индекс использования прогнозных ресурсов равен отношению количества использованных подземных вод к их прогнозным ресурсам. Индекс обеспеченности водоснабжения равен отношению

эксплуатационных запасов подземных вод к их прогнозным ресурсам и отражает степень изученности ресурсов.

Индикатор отклика включает индексы эффективности водоснабжения и экономии воды. Индекс эффективности водоснабжения равен отношению количества использованных подземных вод к количеству добытых (извлеченных) подземных вод и отражает потери воды, связанные с их транспортировкой и неучтенным расходом из систем коммунального водоснабжения. Тем самым индекс отражает состояние систем водоснабжения. Индекс экономии воды равен количеству оборотной и повторно (последовательно) использованной воды к сумме объема оборотной и повторно (последовательно) использованной воды и количества воды, использованной на производственные нужды.

Для выделенных индикаторов введены категории и количественные характеристики их оценки, отражающие степень проявления индикатора (таблица 1).

Анализ таблицы 2 показывает, что на уровне областей индикаторы близки между собой. Для всех областей характерны высокая или весьма высокая обеспеченность подземными водами и низкая степень воздействия на них, а также в целом высокая степень водосбережения.

Таблица 1 – Категории индикаторов воздействия, состояния и отклика на пресные подземные воды

Категории индикаторов	Индикатор воздействия	Индикатор состояния	Индикатор отклика
Весьма высокая	более 1,0	0,0–0,25	0,95–1,0
Высокая	0,75–1,0	0,25–0,5	0,85–0,95
Средняя	0,5–0,75	0,5–0,75	0,75–0,85
Низкая	0,25–0,5	0,75–1,0	0,5–0,75
Весьма низкая	0,0–0,25	более 1,0	0,0–0,5

Таблица 2 – Количественная характеристика индексов и индикаторов воздействия, состояния и отклика на пресные подземные воды

Область, город	Индексы		ИВ	Индексы			ИС	Индексы		ИО
	ОЭЗ	ИЭЗ		ОПР	ИПР	ОВ		ЭфВ	ЭкВ	
Брестская	$\frac{0,36^2}{0,4}$	$\frac{0,32}{0,35}$	$\frac{0,34}{0,375}$	0,06	0,05	0,16	0,09	0,88	0,95	0,915
Витебская	$\frac{0,31}{0,4}$	$\frac{0,27}{0,34}$	$\frac{0,29}{0,37}$	0,03	0,025	0,094	0,05	0,85	0,95	0,9
Гомельская	$\frac{0,3}{0,35}$	$\frac{0,26}{0,3}$	$\frac{0,28}{0,325}$	0,04	0,035	0,14	0,07	0,85	0,94	0,895

Область, город	Индексы		ИВ	Индексы			ИС	Индексы		ИО
	ОЭЗ	ИЭЗ		ОПР	ИПР	ОВ		ЭфВ	ЭкВ	
Гродненская	$\frac{0,31}{0,36}$	$\frac{0,27}{0,32}$	$\frac{0,29}{0,34}$	0,035	0,03	0,11	0,058	0,88	0,93	0,9
Минская	$\frac{0,31}{0,42}$	$\frac{0,24}{0,33}$	$\frac{0,275}{0,375}$	0,054	0,051	0,21	0,1	0,79	0,93	0,86
Могилевская	$\frac{0,32}{0,36}$	$\frac{0,28}{0,32}$	$\frac{0,3}{0,34}$	0,042	0,037	0,13	0,07	0,87	0,88	0,875
Брест	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,425}{0,425}$	0,25	0,22	0,57	0,35	0,86	0,78	0,82
Барановичи	0,4	0,34	0,37	0,05	0,04	0,12	0,07	0,84	0,87	0,855
Пинск	0,6	0,44	0,52	0,08	0,06	0,14	0,093	0,76	0,81	0,785
Витебск	$\frac{0,32}{0,4}$	$\frac{0,27}{0,33}$	$\frac{0,295}{0,365}$	0,095	0,08	0,3	0,158	0,83	0,7	0,765
Гомель	$\frac{0,44}{0,49}$	$\frac{0,36}{0,39}$	$\frac{0,4}{0,44}$	0,32	0,26	0,73	0,44	0,8	0,95	0,875
Мозырь	0,36	0,33	0,345	0,055	0,05	0,15	0,085	0,9	0,95	0,925
Жлобин	0,32	0,3	0,31	0,038	0,035	0,12	0,064	0,94	0,99	0,965
Речица	0,49	0,45	0,47	0,07	0,066	0,15	0,095	0,92	0,8	0,86
Светлогорск	0,38	0,35	0,365	0,038	0,035	0,1	0,058	0,91	0,85	0,88
Хойники	0,22	0,2	0,21	0,02	0,016	0,085	0,04	0,88	0,2	0,54
Ельск	0,14	0,13	0,135	0,005	0,0043	0,034	0,014	0,93	1,0	0,965
Житковичи	0,09	0,08	0,085	0,005	0,0046	0,06	0,023	0,85	0,25	0,55
Наровля	0,2	0,2	0,2	0,006	0,006	0,03	0,014	1,0	0,0	0,5
Петриков	0,13	0,12	0,125	0,004	0,0034	0,03	0,012	0,89	0,33	0,61
Гродно	$\frac{0,3}{0,31}$	$\frac{0,24}{0,24}$	$\frac{0,27}{0,275}$	0,16	0,13	0,53	0,27	0,8	0,96	0,88
Минск	$\frac{0,43}{0,52}$	$\frac{0,31}{0,38}$	$\frac{0,37}{0,45}$	0,38	0,28	0,88	0,51	0,72	0,93	0,825
Борисов	0,58	0,41	0,495	0,054	0,04	0,1	0,065	0,72	0,9	0,81
Жодино	0,6	0,46	0,53	0,016	0,012	0,03	0,019	0,76	0,65	0,7
Могилев	$\frac{0,4}{0,45}$	$\frac{0,32}{0,36}$	$\frac{0,36}{0,4}$	0,19	0,15	0,47	0,27	0,8	0,91	0,85
Бобруйск	0,35	0,32	0,33	0,16	0,15	0,46	0,26	0,89	0,9	0,895

* *Примечание:* ¹ ОЭЗ – индекс освоения эксплуатационных запасов, ИЭЗ – индекс использования эксплуатационных запасов, ОПР – индекс освоения прогнозных ресурсов, ИПР – индекс использования прогнозных ресурсов, ОВ – индекс обеспеченности водоснабжения, ЭфВ – индекс эффективности водоснабжения, ЭкВ – индекс экономии воды, ИВ – индикатор воздействия, ИС – индикатор состояния, ИО – индикатор отклика; ² в числителе – общие эксплуатационные запасы, в знаменателе – эксплуатационные запасы по категориям А+В.

Наиболее заметные различия в индикаторах проявляются на уровне анализируемых городов, для которых степень воздействия на подземные воды изменяется от средней до весьма низкой. Большинство городов характеризуются низкой степенью воздействия на подземные воды. Весьма низкая степень воздействия отмечается для городов с относительно невысокой численностью населения (8–16 тыс.) и малой насыщенностью крупных водоемких промышленных производств (Хойники, Ельск, Житковичи, Наровля, Петриков). Преобладают города

с весьма высокой степенью обеспеченности подземными водами, величина которой снижается для густонаселенных крупных промышленных областных центров до высокой и средней. Среди анализируемых городов 50 % из них по индикатору отклика относятся к низкой и средней категориям, что указывает на невысокую эффективность осуществления водосберегающих мероприятий. Основным понижающим фактором для городов с низкой категорией индикатора отклика является недостаточная степень внедрения систем оборотного и повторного (последова-

тельного) использования воды. В то же время даже среди городов с высокой категорией индикатора отклика проблемными остаются вопросы, связанные с потерями воды при транспортировке и неучтенным расходом из систем коммунального водоснабжения, которые согласно выделенным категориям оцениваются как средние.

Заключение. Приведенная оценка влияния эксплуатационной нагрузки на количественное состояние пресных подземных вод на уровне административных областей страны показала достаточно благоприятную ситуацию по всем характеристикам (воздействие, состояние, отклик). При увеличении масштаба исследований на уровне отдельных городов индикаторы воздействия и состояния находятся на приемлемом экологическом уровне, не превышая средней степени воздействия. Это свидетельствует о достаточно низкой степени освоения эксплуатационных запасов и использования прогнозных ресурсов пресных подземных вод.

Более значительные различия наблюдаются по индикатору отклика, величина которого для ряда городов (Наровля, Хойники, Житковичи и др.) указывает на низкую или весьма низкую степень эффективности водоснабжения и экономии воды.

При переходе к отдельным водозаборам на территории Республики Беларусь фактическое снижение уровня подземных вод в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах и комплексах не превышает расчетных величин допустимых понижений, принятых при оценке эксплуатационных запасов подземных вод, что указывает на обеспеченность водозабора в пределах утвержденных запасов подземных вод [4].

В то же время проведенное исследование и анализ научных публикаций указывают на существование ряда проблем [1; 4; 9; 10].

К настоящему времени требуется переоценка запасов пресных подземных вод более чем по 100 водозаборам в связи с истечением расчетного срока их эксплуатации. При этом такая переоценка должна проводиться с учетом реальных потребностей в воде и изменяющихся экологических условий.

Из имеющихся в республике более 31 тыс. артезианских скважин, используемых при добыче пресных подземных вод, более 10 % подлежат тампонажу, а 25 % за-

тампонировано и законсервировано в силу своего ненадлежащего технического состояния.

На водозаборах с неудовлетворительным состоянием зон санитарной охраны, а также в пределах застроенной городской территории, промышленных предприятий наблюдается локальное загрязнение подземных вод, что выражается в превышении ПДК ряда химических элементов и показателей (азота аммонийного, нитратов, величины рН и др.).

Физический износ систем питьевого водоснабжения приводит к высоким (до 150 млн м³/год) потерям и неучтенным расходам воды в системах подачи и распределения.

Рассмотренная выше экологическая оценка количественного состояния пресных подземных вод и существующие проблемы их использования позволяют рекомендовать следующие мероприятия.

1. Переоценка ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов питьевых подземных вод на участках открытых месторождений и действующих водозаборов с учетом реальных потребностей в воде, изменением качества и количества подземных вод в процессе эксплуатации, в том числе в связи с изменяющимся климатом и экологическими условиями.

2. Организация зон санитарной охраны на водозаборах, не имеющих этих зон, и обеспечение надлежащего санитарно-технического состояния самих водозаборов и прилегающих к ним территорий.

3. Осуществление мероприятий по ликвидации водозаборных скважин, утративших по техническим и экологическим причинам свое назначение.

4. Обновление артезианскими скважинами существующих водозаборов или организация новых водозаборов пресных подземных вод с учетом экологической обстановки в областях их питания и влияния групповых водозаборов на гидродинамический режим.

5. Повышение надежности работы систем водоснабжения путем технического переоснащения сетей и водоводов с целью снижения потерь воды из систем подачи и распределения.

6. Более широкое внедрение водосберегающих технологий и систем оборотного и повторного водоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2011 год). – Минск : ЦНИИКИВР, 2012. – 144 с.
2. Государственный водный кадастр Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by/gvk/>. – Дата доступа: 31.10.2016.
3. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сборник. – Минск, 2016. – 248 с.
4. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюлл. 2013 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.
5. Белоусова, А. П. Оценка устойчивости ресурсов подземных вод России к антропогенной нагрузке / А. П. Белоусова // Вода: химия и экология. – 2008. – № 8. – С. 19–27.
6. Europe's water: An indicator-based assessment. – Topic report 1. – EEA: Copenhagen, 2003. – 99 p. – Режим доступа: http://www.eea.europa.eu/publications/topic_report_2003_1. – Дата доступа: 31.10.2016.
7. OECD core set of indicators for environmental performance reviews / Environment monographs. – Paris, 1993. – № 83. – 39 p. – Режим доступа: <http://enrin.grida.no/htmls/armenia/soe2000/eng/oecdind.pdf>. – Дата доступа: 31.10.2016.
8. Proceedings from the GWP workshop: Assessing water security with appropriate indicators. – Режим доступа: <http://gwp.org>. – Дата доступа: 31.10.2016.
9. Кудельский, А. В. Проблемы добычи и использования пресных подземных вод Беларуси / А. В. Кудельский, В. И. Пашкевич, Б. И. Коробейников // Природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 51–66.
10. Васнева, О. В. Факторы формирования химического состава пресных подземных вод Минской агломерации / О. В. Васнева // Природные ресурсы. – 2013. – № 2. – С. 30–40.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. Vodnyye resursy, ikh ispolzovaniye i kachestvo vod (za 2011 god). – Minsk : TsNIKIIVR, 2012. – 144 s.
2. Gosudarstvennyy vodnyy kadastr Respubliki Belarus. – Mode of access: <http://www.cricuwr.by/gvk/>. – Date of access: 31.10.2016.
3. Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Belarus: stat. sbornik. – Minsk, 2016. – 248 s.
4. Sostoyaniye prirodnoy sredy Belarusi : ekol. byull. 2013 g. / Pod red. V. F. Loginova. – Minsk, 2014. – 364 s.
5. Belousova, A. P. Otsenka ustoychivosti resursov podzemnykh vod Rossii k antropogennoy nagruzke / A. P. Belousova // Voda: khimiya i ekologiya. – 2008. – № 8. – S. 19–27.
6. Europe's water: An indicator-based assessment. – Topic report 1. – EEA: Copenhagen, 2003. – 99 p. – Mode of access: http://www.eea.europa.eu/publications/topic_report_2003_1. – Date of access: 31.10.2016.
7. OECD core set of indicators for environmental performance reviews / Environment monographs. – Paris, 1993. – № 83. – 39 p. – Mode of access: <http://enrin.grida.no/htmls/armenia/soe2000/eng/oecdind.pdf>. – Date of access: 31.10.2016.
8. Proceedings from the GWP workshop: Assessing water security with appropriate indicators. – Mode of access: <http://gwp.org>. – Date of access: 31.10.2016.
9. Kudelskiy, A. V. Problemy dobychi i ispolzovaniya presnykh podzemnykh vod Belarusi / A. V. Kudelskiy, V. I. Pashkevich, B. I. Korobeynikov // Prirodnyye resursy. – 2015. – № 2. – S. 51–66.
10. Vasneva, O. V. Faktory formirovaniya khimicheskogo sostava presnykh podzemnykh vod Minskoy aglomeratsii / O. V. Vasneva // Prirodnyye resursy. – 2013. – № 2. – S. 30–40.