

13. Romanovski V. et al. Comparative analysis of the disinfection efficiency of steel and polymer surfaces with aqueous solutions of ozone and sodium hypochlorite // Water. – 2024. – Т. 16. – №. 5. – С. 793.

14. Kamarou M. et al. High-strength gypsum binder with improved water-resistance coefficient derived from industrial wastes // Waste Management & Research. – 2025. – Vol. 43. – №. 2. – P. 213-224. <https://doi.org/10.1177/0734242X241240042>.

15. Kamarou M. et al. High strength anhydrite cement based on lime mud from water treatment process: one step synthesis in water environment, characterization and technological parameters // Engineering Reports. – 2025. – Vol. 7. – №. 1. – P. e13054. <https://doi.org/10.1002/eng2.13054>.

УДК 504.4

### **Оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы реки Вилия**

Светлова Я.С., Супрон П.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Колобаев А.Н., д.т.н., профессор

*В статье проведена оценка антропогенного воздействия на поверхностные водные ресурсы реки Вилия с учётом трёх основных влияющих факторов: функционированием Вилейско-Минской водной системы, эксплуатацией Белорусской атомной электростанцией и водоснабжением города Вилейка.*

Оценка антропогенного воздействия на поверхностные водные ресурсы (речной сток) осуществляется сравнительно просто. Для этого необходимо располагать данными о безвозвратном водопотреблении и потерях воды, т.е. данными о разности объёмов забираемой и сбрасываемой воды и данными о разности между испарением с водной поверхности водохранилищ и испарением с поверхности суши, затопленной водохранилищами. Учитываются также объём сработки или наполнения водохранилищ за рассматриваемый период и ущерб речному стоку вследствие заборов воды из подземных источников, гидравлически связанных с речными.

Антропогенное преобразование реки Вилия вызвано тремя основными факторами воздействия: строительством и функционированием Вилейского водохранилища и Вилейско-Минской водной системы, строительством и

вводом в эксплуатацию в 2020 г. Белорусской атомной электростанции (БАЭС) и водоснабжение города Вилейка.

Естественный водный режим реки Вилия существенно изменился после строительства и ввода в эксплуатацию в 1976 г. Вилейского водохранилища и Вилейско-Минской водной системы (ВМВС), по которой осуществляется переброска воды из Вилии в реку Свислочь для водоснабжения населения и промышленности города Минска, а также водного благоустройства, рекреационных и других целей в бассейне реки Свислочи. В маловодные месяцы речной сток в трансграничном створе (на границе с Литвой) увеличился, а в многоводные периоды – уменьшился (в результате регулирования попусков воды из Вилейского водохранилища), что выгодно соседнему государству, так как условия водопользования на территории Литвы улучшились, а вероятность затоплений и подтоплений снизилась.

Проектная производительность ВМВС составляет 380 млн м<sup>3</sup> в год. Однако фактический объем подачи воды по ВМВС за все время её существования не превышал 240 млн м<sup>3</sup> в год. В последние 10 лет объем перекачиваемой по каналу воды существенно сократился и в среднем за год составляет около 100 млн м<sup>3</sup>, из них меньше половины использовалось на хозяйственно-питьевые нужды, а остальная – на водоснабжение промышленных предприятий и обводнение водных объектов г. Минска [1]. С 2025 г. Минск полностью переходит на питьевое водоснабжение из подземных источников. Следовательно, объем подачи воды по ВМВС уменьшится, но не на величину сокращения подачи воды на питьевое водоснабжение, а в меньшем размере.

Ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС в 2020 г. привёл к небольшим негативным изменениям водного режима реки Вилии, которые вполне могут быть компенсированы водохозяйственными мероприятиями. Водопотребление и водоотведение на Белорусской АЭС в 2020-2023 гг. осуществлялось в соответствии с лимитами, установленными в разрешении на специальное водопользование (таблица 1), и не превышало проектных и разрешённых значений.

Таблица 1  
Объёмы водопотребления и водоотведения Белорусской АЭС

Наименование показателя	Лимиты водопользования, установленные в соответствии с разрешением на спецводопользование, тыс. м <sup>3</sup> /год
1. Объем изъятый (добытой) и полученной воды, всего	70 682

2. Объем воды, использованной на собственные нужды, всего	34 392
3 Объем воды, переданной другим организациям	36 254
4 Объем сточных вод, сброшенных в поверхностный водный объект	31 781

Объёмы водопотребления и водоотведения на Белорусской АЭС за 2020-2023 гг. представлены в таблице 1 [2, с. 26], а сведения об использовании воды на хозяйственно-питьевые нужды города Вилейка в таблице 2 [3, с. 58].

Таблица 2

Среднее количество воды, затраченное на водоснабжение  
г. Вилейка, млн м<sup>3</sup>/год

Год	Водоснабжение г. Вилейка
2015	20,8
2016	20,7
2017	20,7
2018	21,0
2019	21,1
2020	21,0
2021	21,0
2022	20,9
2023	20,9

Безвозвратное водопотребление Белорусской АЭС определено как разность между объёмами забора воды и суммами сброса сточных вод и передачи свежей воды другим водопользователям. Безвозвратное водопотребление для бассейна реки в целом определено по разности между объёмами изъятия воды из реки и сброса сточных вод в реку, плюс сокращение речного стока вследствие забора воды из подземных источников, гидравлически связанных с речными водами, а потери воды при регулировании речного стока – расчётами согласно [4, с. 17] с использованием данных ГВК о площадях Вилейского водохранилища за 2020 – 2023 гг. [5, с. 16]. Результаты оценки суммарного антропогенного воздействия на поверхностные водные ресурсы реки Вилии представлены в таблицах 3, 4.

После ввода в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции при реализации планируемых водохозяйственных мероприятий условия водопользования в бассейне Вилии на территории Литвы практически не

ухудшатся [6, с. 30]. Возможное уменьшение расходов и уровней воды в пограничном створе вполне может быть компенсировано специальными попусками воды из Вилейского и других (относительно небольших) водохранилищ, а также регулированием сброса сточных БАЭС, что в совокупности позволит сохранить уровни воды в реке, обеспечивающие беспрепятственное передвижение на пограничных плавучих средствах, и снизить негативные последствия теплового загрязнения.

Таблица 3

Безвозвратное водопотребление и потери воды по отношению к речному стоку

Годы	Безвозвратное водопотребление и потери воды млн м <sup>3</sup>		Отношение безвозвратного водопотребления и потерь воды к речному стоку 95%-ой обеспеченности в процентах
	всего	в том числе подача воды по ВМВС в бассейн Свислочи	
2006	156	133	10,1
2007	174	153	11,2
2008	156	137	10,1
2009	149	131	9,6
2010	129	116	8,3
2011	131	115	8,5
2012	121	104	7,8
2013	123	110	8,0
2014	127	114	8,2
2015	122	110	7,9
2016	125	105	8,1
2017	120	103	7,8
2018	117	95	7,6
2019	122	94	7,9
2020	117	90	7,6
2021	115	86	7,4
2022	110	85	7,1
2023	105	83	6,8

Таблица 4

Безвозвратное водопотребление, потери воды при регулировании речного стока (дополнительное испарение с поверхности водохранилищ) и подача в р. Свислочь по ВМВС

Составляющие	Объёмы воды, млн м <sup>3</sup> /год			
	по данным за 1985-2017 гг.		по данным за 2018-2023 гг.	
	мин.	макс.	мин.	макс.
Всего	134	260	105	122
безвозвр. потр.	16	95	14	17
доп. исп. с вдхр	8	12	8	10
по ВМВС	110	153	83	95

В начале 2000-х гг. Минск столкнулся с необходимостью улучшения качества питьевого водоснабжения. Был разработан проект, а затем началось бурение новых скважин для доступа к подземным водам. Построены насосные станции и системы распределения воды, чтобы обеспечить доставку артезианской воды к потребителям. В январе 2025 г. Минск полностью переведён на артезианскую воду, в результате чего по ВМВС будет подаваться меньше воды, т.е. только на водоснабжение промышленных предприятий и на обводнение реки Свислочь. Артезианские источники обеспечат население Минска более чистой и безопасной питьевой водой, что положительно скажется на здоровье граждан. Переход на артезианские источники позволяет уменьшить объёмы забора воды из реки Вилии и способствовать восстановлению природной флоры и фауны. Улучшение качества воды положительно скажется на рыболовстве и других водных видах деятельности. Однако необходимо учитывать возможные изменения климата и их влияние на водные ресурсы и экосистему в целом. При условии грамотного управления водными ресурсами и их охраны переход на артезианские источники в Минске может иметь долгосрочные положительные последствия как для города, так и для реки Вилии.

### Литература

1. Вилейско-Минская водная система [Электронный ресурс] / Вилейско-минская водная система. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://minskvodokanal.by/about/activities/vileika-minsk-water-system/>.

2. ОТЧЕТ по результатам радиационно-экологического мониторинга в районе размещения Белорусской атомной электростанции 2023 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://belaes.by/ru/otchet-po-rezultatam-ekologicheskogo-monitoringa-v-zone-nablyudeniya-belorusskoj-aes.html>.

3. ГИАЦ НСМОС. Экологический бюллетень за 2016-2023 гг.: – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/environmental-monitoring/monitoring-poverkhnostnykh-vod>.

4. Колобаев А.Н. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Управление водными ресурсами» для студентов очной формы обучения специальности «Экологический менеджмент и аудит в промышленности» / А.Н. Колобаев. – Минск: БНТУ, 2021 – 48 с.

5. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 – 2023 гг.). Мн., Минприроды Республики Беларусь. 2016-2023 гг.

6. Асмаловский Н.А., Колобаев А.Н. Возможные изменения водного режима Вилии после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС. Природные ресурсы. 2018;(1):23-31.