

14. Ozhegov S.I., Shvedova N.Yu. Tolkovy slovar russkogo yazyka. – M.: Izd-vo: Az, 1996. – 928 s.
15. Bahmetev B.A. Gidravlika. Ch.II. Raschet krivyh svobodnoj poverhnosti po uchastkam kanala. – 1913.
16. Laboratornye gidravlicheskie issledovaniya turbinnogo bloka Nizhne-Kamskoj GES s vertikalnym gidroagregatom. Nauchno-tehnicheskij otchet. – M.: NiS MGMI, 1965.
17. Gurjev A.P. Gidravlika beznapornyh vodosbrosov sovmeshchennyh GES. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – M.: MGM. – 1969.
18. Gurjev A.P. Propusknaya sposobnost vodosbrosov gidroelektrostantsij / V.S. Serkov, A.S. Vorobjev, A.P. Gurjev i dr. – M.: Energiya, 1974. – 120 sc.
19. Rekomendatsii po gidravlicheskomu raschetu vodoslivov. Chast 1. Pryamye vodoslivi. P 18-74 (VNIIG) – M.: Energiy, 1974. – 58 s.
20. Essai sur la solution numérique de quelques problèmes relatifs au mouvement permanent des eaux courantes. 1828. ru.wikipedia.org/Беланже, Жан-Батист.
21. Koch A., Karstanyen M. Bewegung des Wassers und dabeiauftretende Kräfte. Brlin, «I. Springer», 1927.

The material was received at the editorial office  
22.10.2019 g.

#### Information about the authors

**Gurjev Alim Petrovich**, doctor of technical sciences, professor, AO «Institute Hydroproject»; 125382, Moscow, Volokolamskoe shosse, 2; e-mail: alim\_guryev@mail.ru

**Beglyarova Evelina Surenovna**, candidate of technical sciences, professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics; FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19.

**Bakshtanin Alexander Mikhailovich**, associate professor, candidate of technical sciences, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49.; e-mail: bakshtanin@mail.ru

**Hayek B.A.**, master, RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev, Institute of land reclamation, water economy and building named after A.N. Kostyakov; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., 49.; e-mail: bushra.hayek@gmail.com

УДК 502/504:627.81:556.18

DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-98-106

Л.Д. РАТКОВИЧ, И.Ж. АТАБИЕВ, А.А. ИВАНОВ, Ю.А. БОВИНА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ОГРАНИЧЕННОГО КОНТРОЛЯ ВНЕШНЕГО ПРИТОКА

*Исследование проблем трансграничных водных объектов является одним из наиболее актуальных научно-практических направлений в изучении вопросов рационального водопользования и совместного использования водных ресурсов пограничными странами. Помимо многих нерешенных вопросов в водном секторе, эта тема неизменно связана с политическими интересами. Возрастает значение как методических, так и гуманитарных подходов в рамках международного права. Особое значение приобретают конкретные варианты решения существующих и возникающих трансграничных проблем. Протяженность речных и озерных границ России составляет около восьми тысяч километров, но по-настоящему напряженных точек не так много. В их числе, на наш взгляд, трансграничные участки на реках Амур, Иртыш, Тобол, Селенга, Северский Донец, Самур. Особенно сложными являются те водохозяйственные участки, внешний приток к которым не может быть определен с достаточной степенью достоверности и практически не контролируется. К таким акваториям, безусловно, относятся бассейны рек Иртыш, Тобол и Северский Донец. Ситуация на этих объектах обсуждается в работе с точки зрения методики водохозяйственного обоснования и практического решения трансграничных проблем. Более подробно рассматривается участок реки Северский Донец в пределах Украины. Предлагается дотация части стока*

из Северского Донца в Краснопавловское водохранилище с последующим регулированием его для нужд Донбасса. Это частично компенсировало бы недодачу из канала Днепр-Донбасс. Приведена схема реализации данного варианта системы управления водными ресурсами, а также дается описание алгоритма имитационной модели, используемой в водохозяйственных расчетах. Поскольку предлагаемая мера не в полной мере покрывает потребности в водных ресурсах, в дальнейшем рекомендуется включить в общую схему Краснооскольское водохранилище.

*Трансграничные водные объекты, водохозяйственная система, режим регулирования стока, имитационная модель, водохозяйственный баланс, водозаборный гидроузел, канал Днепр-Донбасс.*

**Введение.** Проблемы общего характера, свойственные трансграничному водопользованию, такие как распределение водных ресурсов между субъектами вододеления, возможности и препятствия результативного совместного использования вод дополняются сугубо индивидуальными особенностями конкретного объекта. Наибольшую неопределенность в обосновывающие расчеты вносит ненадежная оценка внешнего притока, что обусловлено не только естественными факторами, но и неоднозначностью регулирования стока выше трансграничных створов.

В статье анализируются проблемные трансграничные бассейны на территории постсоветского пространства, в особенности с бесконтрольным притоком сверху. В их числе, на наш взгляд, трансграничные участки на реках Иртыш, Тобол, Селенга, Северский Донец, Самур. Следует отметить, что практически ни на одном из упомянутых объектов задача совместного и рационального водопользования не решена. Что же касается неопределенности притока, то в группу оценки, очевидно, попадают Иртыш, Тобол и Северский Донец. Анализ водохозяйственной обстановки на территории Северского Донца, по существу не проводился. Принимая во внимание политическую остроту, этому объекту, авторами уделено большее внимание.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы заключалась в проведении обобщенного анализа водохозяйственной обстановки на указанных ранее трансграничных объектах с ограниченным контролем внешнего притока, сформулировать обоснованные рекомендации и предложить конкретные водохозяйственные мероприятия, способствующие оздоровлению сложившейся ситуации. На основании анализа планировалось сформулировать первоочередные задачи, которые должны быть решены в ближайшее время, а также обозначить методические аспекты водохозяйственного обоснования мероприятий по трем рассматриваемым речным бассейнам.

#### **Объекты и методы исследований.**

Самым сложным и масштабным примером в контексте исследований является бассейн реки Иртыш с двумя трансграничными створами: КНР-Казахстан и Казахстан-РФ. Подробный анализ особенностей водохозяйственной системы Иртыша (рис. 1) и конструктивные рекомендации по проблеме даны в исследованиях [1, 2]. Суть рекомендаций сводится к необходимости трехсторонних переговоров о стратегии водопользования в бассейне, что позволило бы упорядочить режим использования водных ресурсов на территории КНР, Казахстана и России, сократив масштабы инвестиций в избыточное строительство и соответственно уменьшив антропогенное воздействие на экосистемы речного бассейна. Каскад Иртышских водохранилищ получил бы, наконец, возможность выработки обоснованного и устойчивого режима многолетнего регулирования стока на протяжении речного пути длиной более тысячи километров.

Основными факторами неопределенности для России на объекте являются объемы водоотбора на территории КНР и развитие орошения в Казахстане. Необходима разработка имитационной водохозяйственной модели с учетом трансформации стока от границы КНР с Казахстаном до створа Омска.

Экспертная оценка обстановки выполнена в работе [1], где предложена укрупненная имитационная водно-балансовая модель, охватывающая три зоны рассмотрения: Черный Иртыш, территорию Казахстана и участок от государственной границы до створа Омска (рис. 1). Показано, что достоверная водохозяйственная оценка обстановки невозможна в связи с неопределенностью притока из КНР, потому представлены варианты развития ситуации. Режимы использования водных ресурсов по каждому варианту отличаются кардинально, поскольку под вопросом остается весь комплекс водопользователей: водный транспорт, гидроэнергетика, обводнение Павлодарской и Омской пойм. Детальная

схема водохозяйственного районирования бассейна ниже границы с КНР достаточно сложна, не менее сложным является бассейновый комплекс Черного Иртыша [1].



Рис. 1. Схема бассейна реки Иртыш:

БВ – Бухтарминское водохранилище, ШВ – Шульбинское водохранилище, Сергеевское, Вячеславское и Петропавловское водохранилища на р. Ишим; ВТВ, КВ – Верхнетобольское и Каратомарское водохранилища многолетнего регулирования в Кустанайской области на р. Тобол; --- государственная граница

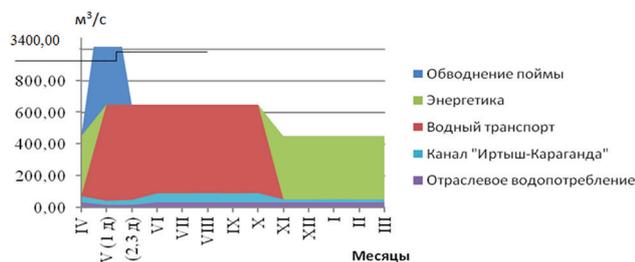


Рис. 2. Гидрограф требований к водным ресурсам Иртыша от истока до границы Казахстана с РФ

Суммарные требования к водным ресурсам в соответствии с графиком рисунка 2 составляют от 28 км<sup>3</sup> до 33 км<sup>3</sup> в год в зависимости от прогноза водопотребления в Китае и Казахстане в планируемой перспективе [2]. Среднегодовой сток в зоне формирования оценивается примерно в 29 км<sup>3</sup>, что также требует уточнения с учетом антропогенного и климатического трендов. В любом случае указанное соотношение ресурсов и требований свидетельствует о практически предельном многолетнем регулировании стока, причем в режиме компенсированной дотации к удаленным створам.

Выработка конструктивных решений невозможна здесь без совместных усилий трех стран.

**Река Тобол**, самый крупный из притоков Иртыша со своими водохозяйственными и экологическими проблемами. Ситуация значительно проще, чем на самом Иртыше, но суть проблем сохраняется.

Сток реки на территории Казахстана практически полностью контролируется каскадом Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ многолетнего регулирования. Водоохранилища являются источниками водоснабжения нескольких городов и других водопотребителей в Казахстане. Кроме того, гидроузлы определяют водный режим в трансграничном створе. Именно на границе естественная изменчивость годового стока является экстремальной ( $C_v > 1$ ). Это означает, что естественный гарантированный сток 95% обеспеченности составляет здесь всего около 25 млн м<sup>3</sup> при среднемноголетнем стоке 550 млн м<sup>3</sup> [3]. Если бы многолетние колебания стока сохранялись на генетическом уровне без влияния хозяйственной деятельности, напряженность в трансграничных отношениях не имела бы оснований. В действительности осуществляется глубокое многолетнее регулирование на территории одной из сопредельных стран и соглашения должны быть профессионально обоснованы.

Трансграничные воды подвержены значительному загрязнению нефтепродуктами, фенолами, нитратами, тяжелыми металлами. Требования к транзитному стоку от границы с Казахстаном не сформулированы Россией должным образом, и, следовательно, не гарантированы существующими договоренностями. Должен быть определен объем и режим пущка, при котором класс качества воды хотя бы приближался к «умеренно загрязненному». При сохранении существующего положения верхний Тобол может потерять экологическое значение как водный объект.

Главная задача анализа в условиях многолетнего регулирования – это моделирование режима стока в трансграничном створе для различных по водности условий с учетом вариантов регулирования стока на территории РФ и соответствующей оценка качества водных ресурсов [3, 4]. Размеры водопотребления в Казахстане практически полностью используют потенциал каскада водохранилищ. Иллюстрацией может служить водохозяйственный баланс расчетного маловодного года 95% обеспеченности (табл. 1). Величина многолетнего запаса (282 млн м<sup>3</sup>) определена обобщенным методом с помощью номограмм Гуглия.

Водохозяйственные расчеты по обобщенным параметрам стока и водопотребления незаменимы для получения экспертной оценки водно-ресурсного потенциала реки при многолетнем регулировании стока.

Из баланса следует, что минимальный транзит в маловодные годы с учетом водопотребления в Кустанайской области находится на очень низком уровне (для года 95%

обеспеченности всего лишь 15 млн м<sup>3</sup>), что крайне отрицательно сказывается на качестве воды. Объемы стока совершенно недостаточны даже для разбавления очищенных стоков. В то же время сотрудничество между странами развивается, и было бы обидно не использовать позитивный курс взаимодействия для решения насущных водохозяйственных и экологических проблем обеих стран.

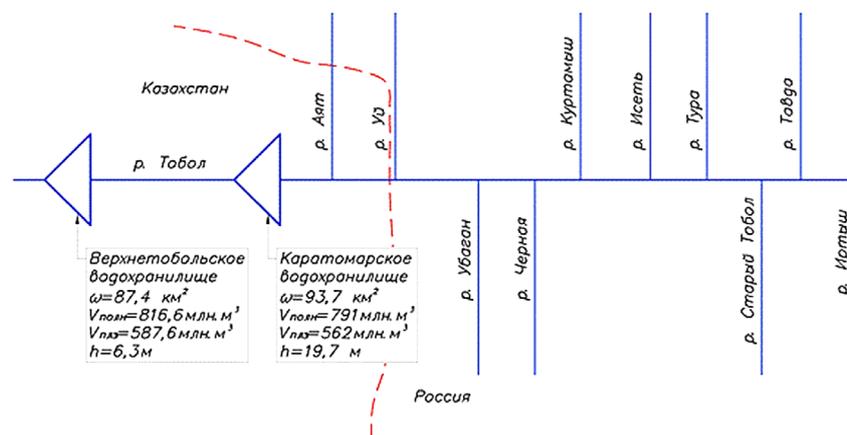


Рис. 3. Схема бассейна реки Тобол

Таблица 1

**Водохозяйственный баланс трансграничного створа реки Тобол в расчетном маловодном году 95% обеспеченности, млн м<sup>3</sup>**

Составляющие водохозяйственного баланса	Календарные месяцы водохозяйственного года											Год	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II		III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Приходная часть баланса</b>													
Естественный сток в трансграничном створе	13,06	2,88	2,70	1,66	1,37	0,16	1,02	0,43	0,49	0,27	0,11	0,43	24,59
Накопленный в водохранилищах многолетний объем воды к началу водохозяйственного года	282,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	282,78
Ресурс расчетного года	295,84	2,88	2,70	1,66	1,37	0,16	1,02	0,43	0,49	0,27	0,11	0,43	307,37
Внутригодовое регулирование стока в каскаде Верхнетобольского и Каратомарского водохранилищ	-269,23	33,17	43,83	51,87	27,32	21,80	17,94	15,04	14,49	14,59	14,70	14,47	0,00
Располагаемые водные ресурсы на границе России и Казахстана	26,61	36,04	46,53	53,53	28,69	21,96	18,96	15,47	14,99	14,86	14,81	14,90	307,37
<b>Расходная часть баланса</b>													
Промышленно-коммунальное водопотребление	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	176,44
Орошение с учетом перспективного освоения земельного фонда	3,00	12,00	18,00	24,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00
Потери на дополнительное испарение и льдообразование	1,37	7,68	12,27	13,87	10,20	7,11	3,67	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	56,73
<b>Минимальный транзитный попуск</b>	<b>7,53</b>	<b>1,66</b>	<b>1,56</b>	<b>0,96</b>	<b>0,79</b>	<b>0,15</b>	<b>0,59</b>	<b>0,20</b>	<b>0,29</b>	<b>0,15</b>	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	<b>14,19</b>
Итого расходная часть	26,61	36,04	46,53	53,53	28,69	21,96	18,96	15,47	14,99	14,86	14,81	14,90	307,37
<b>Результаты ВХБ</b>													
<b>БАЛАНС</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### Северский Донец в качестве гаранта водообеспечения Донбасса

Северский Донец одна из самых крупных рек Украины, берет начало в Белгородской области. После пересечения границы она проходит через Харьковскую, Луганскую и Донецкую область, где является главным водоисточником, после чего возвращается на территорию России в Ростовскую область и впадает в Дон (рис. 4). Общая площадь бассейна около 99 тысяч км<sup>2</sup>, 55% водосборной площади приходится на Украину.

Водность по Донбассу в пересчете на одного человека втрое меньше среднего показателя по стране. На территории Украины действует более двух тысяч водопользователей с суммарным водозабором около 1,5 км<sup>3</sup>, в том числе 75% из поверхностного стока. В период до возникновения Донецкой и Луганской народных республик, проблемы бассейна Северского Донца также стояли достаточно остро.



Рис. 4. Схема расположения бассейна реки Северский Донец

В Луганской, Донецкой и Харьковской области безвозвратное водопотребление доходит до 700 млн м<sup>3</sup>, из которых примерно 70% забирается Донецкой областью. Потребности водохозяйственного комплекса покрываются главным образом благодаря регулированию транзитного стока реки в приграничных водохранилищах: Печенежском (Северский Донец), Краснооскольском (на притоке Оскол) и Краснопавловском, причем последнее обеспечивается водой из канала Днепр-Донбасс. Качество водных ресурсов определяется ежегодным сбросом около 700 млн м<sup>3</sup> сточных вод, около половины которых, сильно загрязнены нефтепродуктами, биогенными элементами, солями тяжёлых металлов, СПАВ, либо вообще не очищаются.

Мероприятия рационального водопользования, связанные со строительством

очистных сооружений, модернизацией промышленности и сельского хозяйства, однако эта необходимость распространяется практически на все речные бассейны. В данном случае существует конкретная проблема следующего характера.

Проектная водоподача в Краснопавловское водохранилище из канала Днепр-Донбасс составляет порядка 42 м<sup>3</sup>/с, из которых для Донбасса предназначалось примерно 26 м<sup>3</sup>/с, примерно 16 м<sup>3</sup>/с – Харьковской области [5]. Линейная схема водохозяйственной системы Северского Донца представлена на рисунке 5.

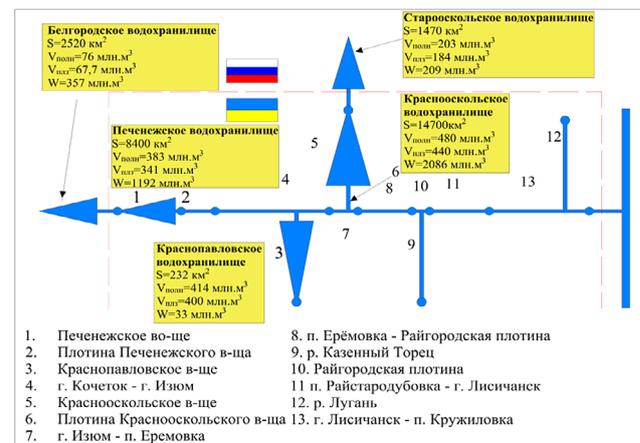


Рис. 5. Линейная расчетная схема ВХС Северского Донца

Нестабильное функционирование канала – достаточно веская причина для сепаратного решения проблемы, поскольку это единственная возможность надежно обеспечить водой жителей Донецкой и Луганской областей. Другое дело, предпринимаемые действия должны предусматривать преемственность последующих проектных решений в случае стабилизации политической обстановки. Предлагаемая схема повышения водообеспеченности вполне согласуется с любыми вариантами развития водохозяйственного комплекса в будущем, создавая одно из звеньев более совершенной водохозяйственной системы.

Предлагается использовать располагаемые ресурсы основного водотока и имеющихся регулирующих емкостей для увеличения водности Северского Донца. Техническое решение [6] заключается в строительстве водозаборного сооружения с водозахватной шпорой, что обеспечивает отбор воды в канал для последующего регулирования с сохранением минимального экологического транзита по основному руслу Северского Донца. Водозахватная шпора в головной части водозаборного

сооружения (предположительно габионной конструкции), обеспечивает необходимый уровненный режим. Головное сооружение во входной части канала представляет собой регулятор в виде водослива с низким порогом, оборудованный затворами для регулирования расходов воды, поступающих в канал, или прекращения забора воды. Устье канала может быть решено в форме быстротока (рис. 6).

Как показывают расчеты, сезонное регулирование в Краснопавловском водохранилище не эффективно, поскольку ресурсы Северского Донца в маловодные годы очень малы [7, 8]. При среднем стоке, поступающем из Белгородской области 425 млн м<sup>3</sup>, сток 95% обеспеченности составляет всего 213 млн м<sup>3</sup>, а регулирующая емкость Краснопавловского практически не используется.

Водохозяйственные расчеты многолетнего регулирования выполнены с использованием номограмм Гуглия [9] и имитационной модели водохозяйственного баланса, включающую процедуру оптимизации режима регулирования стока. В качестве максимизируемой целевой функции рассматривалась суммарная гарантированная

отдача Краснопавловского водохранилища с учетом дотации из канала Днепр-Донбасс (10 м<sup>3</sup>/с). Использован алгоритм процедуры «поиска решения» в среде Excel.



Рис. 6. Схема переброски части стока Северского Донца в Краснопавловское водохранилище посредством бокового регулируемого водозабора:

- 1 – водозахватная шпора, 2 – канал,
- 3 – головное сооружение, 4 – быстроток

### Результаты исследований по Северскому Донцу

В результате расчетов с использованием воднобалансовой модели суммарная отдача составила 18,22 м<sup>3</sup>/с (575 млн м<sup>3</sup> в год) (табл. 2).

Таблица 2

### Водохозяйственный баланс Северского Донца по году 95% обеспеченности

Маловодные условия 95% обеспеченности													
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Год
Прогнозный приток Северского Донца к створу водозабора в Краснопавловское водохранилище	56,17	40,62	26,34	20,95	15,87	18,72	23,17	30,47	26,66	15,23	19,36	23,80	317,37
Канал Днепр-Донбасс	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	315,60
<b>ИТОГО</b>													
ресурсы выше Краснопавловского водохранилища	82,47	66,92	52,64	47,25	42,17	45,02	49,47	56,77	52,96	41,53	45,66	50,10	632,97
Минимальный транзитный попуск по Северскому Донцу	27,13	19,62	12,72	10,12	7,66	9,04	11,19	14,71	12,87	7,36	9,35	11,49	153,27
Водоподача в Краснопавловское водохранилище	55,35	47,31	39,92	37,13	34,51	35,98	38,28	42,05	40,08	34,18	36,31	38,61	479,70
Резерв многолетнего регулирования	139,88												
Сработка-Наполнение водохранилища	-3,84	4,42	12,46	15,73	18,43	17,03	14,02	9,41	10,66	15,86	13,83	11,86	139,88
Ход наполнения полезной емкости на конец месяца	143,72	139,30	126,84	111,11	92,67	75,65	61,62	52,22	41,55	25,69	11,86	0,00	0,00
<b>ВСЕГО ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>51,51</b>	<b>51,72</b>	<b>52,38</b>	<b>52,86</b>	<b>52,94</b>	<b>53,01</b>	<b>52,30</b>	<b>51,46</b>	<b>50,75</b>	<b>50,04</b>	<b>50,14</b>	<b>50,47</b>	<b>619,58</b>
Потери деривации	2,77	2,37	2,00	1,86	1,73	1,80	1,91	2,10	2,00	1,71	1,82	1,93	23,99
Потери из водохранилища	0,82	1,44	2,47	3,09	3,29	3,29	2,47	1,44	0,82	0,41	0,41	0,62	20,59
Достигаемая полезная отдача Краснопавловского в-ща, млн.м <sup>3</sup>	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	47,92	575,01
Достигаемая полезная отдача Краснопавловского в-ща, м <sup>3</sup> /с	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22	18,22
<b>ВСЕГО РАСХОДНАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>51,51</b>	<b>51,72</b>	<b>52,38</b>	<b>52,86</b>	<b>52,94</b>	<b>53,01</b>	<b>52,30</b>	<b>51,46</b>	<b>50,75</b>	<b>50,04</b>	<b>50,14</b>	<b>50,47</b>	<b>619,58</b>

### Заключение по Северскому Донцу

Суммарный объем гарантированной водоотдачи Краснопавловского водохранилища 18,22 м<sup>3</sup>/с не может компенсировать потребности Донбасса (26 м<sup>3</sup>/с). Необходимые еще 8 м<sup>3</sup>/с, которые можно получить, задействовав Краснооскольское водохранилище. Этому гидроузлу необходимо вернуть хозяйственные функции, снятые в свое время в связи с вводом канала Днепр-Донбасс.

В дальнейшем следует привести в соответствие элементы водохозяйственной системы с учетом совместной работы Краснопавловского и Краснооскольского водохранилищ вместе с каналом Северский Донец-Донбасс. Выполненные исследования свидетельствуют о необходимости принятия согласованных действий по управлению водными ресурсами в бассейне р. Северский Донец. Для этого требуются возможности и полномочия Межведомственной комиссии по регулированию речного стока и Бассейнового совета в вопросах перспективного управления.

Позитивных результатов следует ожидать от реализации целевой программы оздоровления р. Северский Донец при условии нормализации отношений между Россией и Украиной.

### Библиографический список

1. Водохозяйственный комплекс бассейна реки Иртыш в условиях перераспределения речного стока выше трансграничных створов: диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.16 / Романова Юлия Анатольевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т природообустройства]. – Москва, 2013. – 238 с.: ил. Гидравлика и инженерная гидрология OD61 13-5/1445
2. Раткович Л.Д., Бовина Ю.А. Трансграничное водопользование в бассейне реки Иртыш. // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 3. – С. 81-87.
3. Тишина К.А. Водохозяйственная оценка располагаемых водных ресурсов в трансграничном створе реки Тобол. / Сб. статей по итогам работы научных конференций и круглых столов в рамках XIII Недели науки молодежи Северо-Восточного административного округа города Москвы – М.: Стратагема, 2018. – С. 448-452.
4. Раткович Л.Д., Козлов Д.В. Водохозяйственные аспекты трансграничного вододелия и совместного управления водными ресурсами / Мат-лы второй междунар. конф. «Управление трансграничными водными ресурсами». – М.: МГУП, 2010. – С. 165-176

5. Оценка влияния ликвидируемых шахт восточного Донбасса на гидрохимический состав малых рек бассейна Северского Донца / Закруткин В.Е., Иваник В.М., Гибков Е.В. и др. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2010. – № 3. – С. 84-87.

6. Иванов А.А. Варианты решения проблемы водообеспечения Донбасса в условиях сложившейся водохозяйственной и политической обстановки. / Сб. статей по итогам работы научных конференций и круглых столов в рамках XIII Недели науки молодежи Северо-Восточного административного округа города Москвы 2018. – М.: Стратагема, 2018. – С. 429-431.

7. Петина М.А., Новикова Ю.И. Оценка качества воды в трансграничном створе реки Северский Донец. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 432.

8. Белогуров В.П., Тюрин А.В. Моделирование экологического состояния реки Северский донец с помощью ГИС-технологии ArcSWAT // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Том: 3. Номер: 2 (69) – С. 19-22.

9. Водохозяйственные расчеты / А.Е. Асарин, К.Н. Бестужева, А.В. Христофоров и др. – Учебное пособие. – М.: МГУ, 2012. – 143 с.

Материал поступил в редакцию 07.10.2019 г.

### Сведения об авторах

**Раткович Лев Данилович**, канд. тех. наук, профессор, профессор кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Прянишникова, 19; e-mail: levkivr@mail.ru

**Атабиев Исхак Жафарович**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Прянишникова, 19; e-mail: atabiev@rgau-msha.ru

**Иванов Андрей Александрович**, студент магистратуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Прянишникова, 19; e-mail: conquest3@mail.ru

**Бовина Юлия Анатольевна**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Прянишникова, 19; e-mail: azchs@mail.ru

L.D. RATKOVICH, I.ZH. ATABIEV, A.A. IVANOV, YU.A. BOVINA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## DEVELOPMENT OF METHODS OF TRANSBOUNDARY WATER MANAGEMENT RELATED TO THE CONDITIONS OF THE LIMITED CONTROL OF EXTERNAL INFLOW

*Research problems of transboundary water bodies is one of the most relevant scientific and practical directions in studying the issues of rational water use and sharing of water resources by bordering countries. In addition to many unsettled problems in the water sector, it is invariably related to political interests. The importance of both methodical and humanitarian approaches within the framework of international law is growing. Particular options for solving existing and emerging cross-border problems are acquiring special meaning. The length of the river and lake borders of Russia is about eight thousand kilometers, however there are not so many really intensive places. Among them, in our opinion, they are transboundary sections on the rivers Amur, Irtysh, Tobol, Selenga, Seversky Donets and Samur. Particularly difficult places are those water management areas where the external inflow cannot be determined with a sufficient degree of reliability and is not practically controlled. Such water areas certainly include the river basins of the Irtysh, Tobol and Seversky Donets. The situation at these objects is discussed from the point of view of the water management methods and practical solutions of transboundary problems. The part of the Seversky Donets river within the Ukraine is considered in more detail. It is proposed to transfer a flow part from the Seversky Donets to the Krasnopavlovsk reservoir with its subsequent regulation for the Donbas's water requirements. This would partially compensate for the shortfall from the Dnieper-Donbass canal. There is given a scheme of implementation of this variant of the water management system as well as an algorithm of the simulation model used in water management calculations. Since the proposed measure does not fully cover the requirements for water resources, in the future it is advisable to include the Krasnooskolsky reservoir in the general scheme.*

*Transboundary water bodies, water management system, flow regulation regime, simulation model, water management balance, water intake, Dnieper-Donbass canal.*

### References

1. Vodohozyajstvennyj kompleks bassejna na reki Irtysh v usloviyah pereraspredeleniya rechnogo stoka vyshe transgranichnyh stvorov: dissertatsiya ... kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.23.16 / Romanova Yuliya Anatol'evna; [Mesto zashchity: Mosk. gos. un-t prirodobustrojstva]. – Moskva, 2013. – 238 s.: il. Gidravlika i inzhenernaya gidrologiya OD61 13-5/1445
2. **Ratkovich L.D., Bovina Yu.A.** Transgranichnoe vodopol'zovanie v bassejne reki Irtysh. Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. // Prirodobustrojstvo. – № 3-2017. – S. 81-87
3. **Tishina K.A.** Vodohozyajstvennaya otsenka raspolagaemyh vodnyh resursov v transgranichnom stvore reki Tobol. Sbornik statej po itogam raboty nauchnyh konferencij i kruglyh stolov v ramkah XIII Nedeli nauki molodezhi Severo-Vostochnogo administrativnogo okruga goroda Moskvy 2018. – S. 448-452.
4. **Ratkovich L.D., Kozlov D.V.** Vodohozyajstvennye aspekty transgranichnogo vododeleniya i sovmestnogo upravleniya vodnymi resursami. Materialy vtoroj mezhdunarodnoj konferentsii «Upravlenie transgranichnymi vodnymi resursami» – M.: MGUP, 2010. – S. 165-176.
5. Otsenka vliyaniya likvidiruemyh shaht vostochnogo Donbassa na gidrohomicheskij sostav malyh rek bassejna Severskogo Donsa / Zakrutkin V.E., Ivanik V.M., Gibkov E.V. i dr. // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki. – 2010. – № 3. – S. 84-87.
6. **Ivanov A.A.** Varianty resheniya problemy vodoobespecheniya Donbassa v usloviyah slozhivshejsya vodohozyajstvennoj i politicheskoy obstanovki. Sbornik statej po itogam raboty nauchnyh konferentsij i kruglyh stolov v ramkah XIII Nedeli nauki molodezhi Severo-Vostochnogo administrativnogo okruga goroda Moskvy 2018. – S. 429-431.
7. **Petina M.A., Novikova Yu.I.** Otsenka kachestva vody v transgranichnom stvore reki Severskij Donets. // Sovtremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 1. – s 432.
8. **Belogurov V.P., Tyurin A.V.** Modelirovanie ekologicheskogo sostoyaniya reki Severskij Donets s pomoshchyu GIS-tehnologii ArcSWAT // Vostochno-evropejsky shurnal peredovyh tekhnologij. – 2014. – Tom: 3. Nomer: 2 (69) – S. 19-22.
9. Vodohozyajstvennye raschety / A.E. Asarin, K.N. Bestuzheva, A.V. Khristoforov i dr. / Uchebnoe posobie. – M.: MGU, 2012. – 143 s.

The material was received at the editorial office  
07.10.2019 g.

#### Information about the authors

**Ratkovich Lev Danilovich**, candidate of technical sciences, professor of the department of complex usage of water resources and hydraulics, FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: levkivr@mail.ru

**Atabiev Iskhak Zhafarovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department of hydraulic structures,

FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550 Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: atabiev@rgau-msha.ru

**Ivanov Andrej Alexandrovich**, student of MA course FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550 Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: conquest3@mail.ru

**Bovina Yulia Anatoljevna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Emergency protection» FSBEI HE RSAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550 Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: azchs@mail.ru

УДК 502/504:556.3:626/627

DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-106-111

**Н.П. КАРПЕНКО, И.М. ЛОМАКИН, В.С. ДРОЗДОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация»

## ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

*Цель работы – разработка методологических основ для решения проблемы сохранения и улучшения качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Рассмотрены основные геоэкологические проблемы, связанные с качеством подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения на урбанизированных территориях. Дан анализ воздействия некоторых вредных элементов на здоровье населения. Рассмотрены основные факторы, влияющие на динамику и химический состав подземных вод на урбанизированных территориях. Разработаны методологические основы управления геоэкологическими рисками при оценке качества подземных вод и предложена структура управления геоэкологическими рисками для оценки качества подземных вод на урбанизированных территориях. Предложен необходимый комплекс природоохранных мероприятий, направленных на минимизацию ухудшения качества питьевых вод. Своевременное выявление возможных источников ухудшения качества подземных вод и применение инновационных технологий по очистке подземных вод от загрязнения позволит предотвратить рискованные ситуации в проблеме оценки качества подземных вод, используемых на хозяйственно-питьевые нужды населения. Реализация предложенных мероприятий позволит улучшить экологические условия подземных водных ресурсов на урбанизированных территориях.*

*Подземные воды, качество питьевой воды, урбанизированные территории, предельно-допустимые концентрации, приоритетные показатели качества подземных вод, управление геоэкологическими рисками, инновационные технологии.*

**Введение.** Численность населения больших городов и мегаполисов является одним из приоритетных критериев высокой антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе поверхностные и подземные водные системы, которые обеспечивают водоснабжение урбанизированных территорий. Употребление питьевой воды плохого качества является причиной многих патологических заболеваний населения,

особенно у детей. В настоящее время одна из серьезных экологических проблем связана с возрастанием ухудшения качества подземных вод, используемых для хозяйственных и питьевых нужд. Так, по данным Всемирной Организации Здоровья (ВОЗ) более 85% всех заболеваний в мире передается водой и ежегодно 25 млн человек умирает от этих заболеваний. Более 80 стран мира практически не имеют необходимого