

НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТОКА РЕК В БАССЕЙНЕ УРАЛА В XX В. - НАЧАЛЕ XXI В. ЧАСТЬ 2. ТРАНСГРАНИЧНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ УСТЬЯ УРАЛА

*Д.В. Магрицкий^{1,2}, А.Ж. Кенжебаева³, **Ж.Т. Сивохиц⁴, В.М. Павлейчик⁴

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва

²ИВП РАН, Россия, Москва

³РГП «Госградкадастр», Казахстан, Астана

⁴Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: *magdima@yandex.ru, **sivohip@mail.ru

Статья содержит результаты обзорного анализа и систематизации научно-прикладных исследований стока и водного режима реки Урал в аспекте трансграничного водопользования за многолетний период. Всего авторами собрано и проанализировано более 100 публикаций. Несмотря на то, что научно-прикладные работы, посвященные данной тематике, появляются в 1930-е годы, первые крупные публикации датируются 1960-1970-ми годами. Новый всплеск интереса к теме пришелся на 2000-е годы, и она остается актуальной до настоящего времени. Основные направления исследований – оценка роли водохранилищ в изменениях стока и водного режима рек; воздействие агротехнических мероприятий на условия формирования стока на водосборе; оценка показателей водопотребления и анализ его многолетней динамики. Отдельное внимание уделено исследованиям нижнего течения реки Урал, из общей протяженности которого 84 % приходится на бесприточный и 18 % на устьевой участок, что несомненно актуализирует решение проблем трансграничного и экологически безопасного водопользования. Как установлено, крупных научных и содержательных публикаций по гидрологии низовьев Урала довольно много, начиная с XIX в. Они обновлялись примерно раз в 10-20 лет. Спектр вопросов, который рассмотрен в них, довольно обширный – от многолетней и продольной изменчивости характеристик водного стока до наводнений и дефицита водных ресурсов, гидроэкологических проблем.

Ключевые слова: река, устье, сток, водный режим, водохранилище, водохозяйственная деятельность, публикация, обзор.

Введение

В перечне научно-прикладных направлений изучения стока рек бассейна Урала [1] особое место занимают исследования гидрологического состояния нижнего участка реки, его изменений под воздействием естественных и антропогенных факторов, вопросы дефицита водных ресурсов и загрязнения речных вод, наводнений и др. Актуальность подобных исследований возросла с приобретением бассейном трансграничного статуса в 1991 г.: нижнее течение р. Урал стало относиться к Республике Казахстан, а основная стокоформирующая часть бассейна – к Российской Федерации. В числе главных последствий интегральных природных и антропогенных изменений – общее уменьшение стока воды р. Урал, снижение максимальных расходов и уровней воды в половодье со второй половины XX в., сокращение продолжительности затопления поймы и нерестилиц, уменьшение мутности воды, а также загрязнение и цветение воды, зимние заморы рыбы и др. Вопрос оценки роли изменений климата и хозяйственной деятельности в предполагаемом водном кризисе остается открытым, как и реальная ситуация с неблагоприятными трансформациями водного режима на всех гидрографических участках р. Урал.

Одним из препятствий в проведении комплексных исследований, по мнению авторов, служит неполное представление о ранее проводившихся подобных работах и полученных результатах. Это часто приводит к необоснованности новизны исследований и необъективности полученных выводов. Полноценных исследований истории изучения гидрологических условий в низовьях Урала, связи их трансформации с водохозяйственной деятельностью в бассейне, исчерпывающего обзора значимых гидрологических работ и содержащихся в них результатов авторами статьи не обнаружено. Тогда как потребность в такой работе очевидна и выше обоснована. Материалы представленной статьи опираются на итоги обзора и детального изучения более 100 публикаций с XIX в. и вплоть до 2021 г., большинство которых приводится в списке литературы к статье.

Результаты и их обсуждение

1. Трансграничное водопользование и его влияние на речной сток и режим.

Как отмечается во многих работах, посвященных гидрологии бассейна р. Урал, его реки отличает большая межгодовая и внутригодовая изменчивость стока в сочетании с крайне неравномерным пространственным распределением водных ресурсов. В условиях засушливого климата на большей части бассейна и существенных потребностей в пресной воде со стороны развитого социально-хозяйственного комплекса данная специфика водного режима создает предпосылки для острого водного дефицита, особенно в маловодные годы. Решали этот вопрос, создавая водохранилища и пруды, каналы переброски стока и оросительные системы. В итоге, в бассейне р. Урал образовался мощный водохозяйственный комплекс, который наряду с агролесотехническими мероприятиями повлиял на сток и водный режим многих рек. Публикаций по этой теме довольно много, и они позволяют объективно взглянуть на проблемы комплексного использования водных ресурсов в условиях трансграничного деления речного стока.

Первые структурированные сведения о водохозяйственной деятельности в бассейне р. Урал (судоходстве и состоянии водных путей, мероприятиях по их улучшению, прудах, водоснабжении предприятий), планах по развитию водохозяйственного комплекса и др. приводятся в [2, 3]. Новый этап исследований связан со строительством и запуском с 1956 г. Ириклинского гидроузла. Первой крупной работой, посвященной водохранилищу, стала статья [4]. В ней важные сведения о самом водохранилище, его параметрах, структуре водного баланса, начальных годах заполнения, ходе уровней в водоеме, заполнении его чаши наносами. В монографии [5] предметно рассмотрены изменения водного режима р. Урал с начала эксплуатации Ириклинского водохранилища. Так, с 1958 г. на посту Уральск (в 7 км ниже водохранилища) волна половодья стала почти незаметной, а высшие годовые уровни фиксировались уже не весной, а в основном в ноябре-январе. Высота половодья была 5-8 м (максимальная) и 2-3 м (средняя), теперь – 0,5-1,5 м. По мере удаления от водохранилища его воздействие ослабевает, но сохраняется до г. Оренбурга. Пик весеннего половодья становится снова выраженным после впадения в Урал рр. Большой Кумак, Орь и Губерля [6]. В целом, годовая амплитуда колебаний уровня сократилась в среднем на 3 м. На примере постов в среднем течении р. Урал показано, как изменилось внутригодовое распределение ее стока, возросла водность межени. Последнее также характерно для постов Истемес и Ащебутак на р. Орь. В монографии [7] сопоставление фактических гидрографов и восстановленных показывает величину и знак изменения среднемесячных расходов воды р. Урал (пост Оренбург) Ириклинским водохранилищем в средние по водности, многоводные и маловодные годы.

Большой объем важной информации по главным водохранилищам, их параметрам и режиму работы опубликован в [8-10]. Из работ [11-15] следует, что, во-первых, создание водохранилищ сопровождалось единовременным и безвозвратным забором вод на заполнение мертвого объема (это $\sim 0,8 \text{ км}^3$), на водонасыщение ложа – от $\sim 0,02$ до $0,4 \text{ км}^3$.

Во-вторых, с водоемов и подтопленных земель ежегодно дополнительно испаряется от 0,12 до 0,2 км³ воды в год. Общее же испарение объективно выше – от ~0,26 км³/год на уровень 1975 г. до ~0,45 км³/год. В-третьих, регулирование максимального стока способствует ежегодному сокращению водопотерь в нижнем бьефе водохранилищ в размере от 0,4 до 0,14 км³/год. Таким образом, негативное влияние водохранилищ на водные ресурсы р. Урал в действительности не так велико, как принято думать. Однако, водохранилища и многочисленные пруды значимо влияют на сток конкретных лет и отдельные элементы внутригодового режима реки.

В [16] актуализированы сведения по 13 крупным водохранилищам в бассейне р. Урал, включая Ириклинское водохранилище, и крупным прудам. Всего 44 водоема. Дополнительно приводится таблица по 883 прудам, находящимся в Оренбургской области, согласно перечню этих водоемов, подлежащих региональному государственному надзору и утвержденных постановлением Правительства области от 17 июля 2013 года № 604-п. В [16, 17] можно почерпнуть дополнительную информацию (из водохозяйственных балансов по участкам) по характеру накопления и расходования воды водохранилищами (по месяцам) для разных по водности лет.

На региональном уровне вопросами каталогизации водохранилищ и прудов занимались ученые Института степи УрО РАН. В [18] впервые приводятся надежные и на порядок расширенные (по сравнению с предыдущими публикациями) сведения по прудам и водохранилищам Оренбургской области с картой их размещения. Водоемы классифицируются по морфометрическим и морфологическим параметрам, происхождению котловины, по режимным характеристикам, направлению хозяйственного использования и воздействию на прилегающие ландшафты. Всего в работе рассмотрено 150 прудов и водохранилищ. В монографии [19] обобщены результаты многолетних исследований акватории и прибрежной зоны Ириклинского водохранилища. Дана оценка водно-ресурсного, рыбохозяйственного и рекреационного потенциала водохранилища, а также обоснованы организация и развитие природного парка «Ириклинский». В монографии [20] отдельная большая глава посвящена Ириклинскому водохранилищу: истории его создания, гидрологическим и гидробиологическим особенностям, водному балансу, влиянию водохранилища на гидрологический режим р. Урал. В [21] указано, что в верхнем и среднем течении Урала действуют 16 крупных водохранилищ и около 80 гидроузлов с капитальными сооружениями. Приводится схематичная карта их размещения. Сообщается, что в бассейне Урала построено более 3100 земляных плотин на малых реках, которые задерживают в многоводный год до 40-50 %, а в маловодный год – до 85 % весеннего стока. В [22] дана более проработанная карта размещения водохранилищ и прудов с расчетом территориальной плотности (рис. 1). Отмечено, что наибольшая концентрация прудов наблюдается в зонах сельскохозяйственного освоения (Предуралье и Зауралье). К югу их количество снижается из-за уменьшения численности населения, количества водотоков и предприятий. Сообщается, что в последние 10-15 лет в Республике Башкортостан на притоках р. Урал построены Акъярское, Бузавлыкское, Таналыкское и Маканское водохранилища.

Свою ГИС водохранилищ и прудов в бассейне р. Урал, включая казахстанскую часть, предлагают авторы публикации [23]. Согласно их подсчетам, в бассейне ~3130 водохранилищ и прудов. В их числе самое большое Ириклинское водохранилище, 5 больших водохранилищ (их суммарная площадь и полный объем 228 км² и 1,41 км³), 22 средних (201 км² и 0,62 км³) и почти 3100 малых и исключительно малых искусственных водоемов (~398 км² и ~1,07 км³) разного назначения и формы котловины. Лишь 28 % водохранилищ и прудов (372 км² и ~1,27 км³) расположены в казахстанской части бассейна. Создание водохранилищ привело, во-первых, к единовременным потерям речного стока на заполнение их мертвого объема (~0,9 км³ к 2020 г.), во-вторых, к ежегодным потерям на испарение (0,89 км³/год). В-третьих, водохранилища осуществляют многолетнее и внутригодовое регулирование стока.

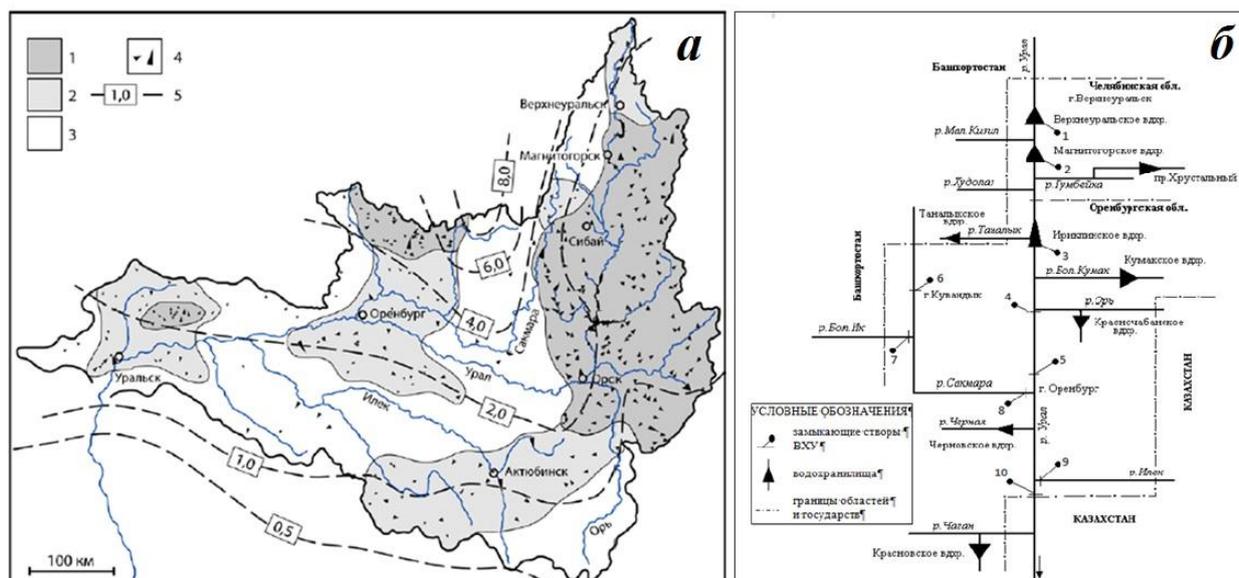


Рисунок 1 – Размещение водохранилищ и прудов в бассейне р. Урал (а, [22]) и расчетная линейная водохозяйственная схема (б, [16]). Плотность размещения на 1 тыс. км²: 1 – >2, 2 – 0,5-2,0, 3 – менее 0,5, 4 – водохранилища и пруды, 5 – годовой сток (л/с км²)

В [24] есть полезные сведения о новых водохранилищах в бассейне р. Урал, суммарные сведения об искусственных водоемах, о проблемах наполнения Ириклинского водохранилища. Оказалось, что оно наполнялось до НПУ меньше чем в половине лет в 2001-2018 гг. Особенно катастрофичная ситуация сложилась в 2008-2011 гг., что лишний раз подтверждает тезис о том, что негативная роль Ириклинского водохранилища в дефиците стока в среднем и особенно нижнем течении р. Урал явно преувеличена. Об этом же говорят и сведения из работы «Предварительные результаты исследований по р. Жайык (Урал)», опубликованной в 2017 г. на ресурсах Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).

В новой работе [25], являющейся продолжением многолетних исследований, чьи результаты приводятся в [17, 26, 27], рассмотрена современная водохозяйственная схема р. Урал на территории России, которая приводится также в «Схеме комплексного использования и охране водных объектов в бассейне р. Урал» (рис. 1). Дана оценка современного использования водных ресурсов за 2000-2020 гг., озвучены действующие правила и режим использования водных ресурсов Верхне-Уральского, Магнитогорского и Ириклинского водохранилищ, их основные водопользователи. Проанализирована возможность увеличения притока речных вод в Казахстан за счет изменения объема и режима пусков из водохранилищ и получен вывод о невозможности изменения современного режима каскадного регулирования стока Верхне-Уральским и Магнитогорским водохранилищами из-за возникающих для населения и хозяйственного комплекса серьезных проблем. Детально рассмотрены 4 варианта изменения правил использования Ириклинского водохранилища с учетом предложений Казахстана.

Вторым основным направлением изучения водохозяйственной деятельности в бассейне р. Урал и его гидрологических последствий были оценки объемов водопотребления, его географии и отраслевой структуры, многолетней динамики. Это – крупный фактор прямого воздействия на речные водные ресурсы. Вопросами изъятия стока занимались многие специалисты. Вообще ежегодные первичные и официальные данные по водопотреблению публикуются с 1980-х гг. в многочисленных открытых и «для служебного пользования» справочниках. Это справочники [28-31], а также ежегодные информационные бюллетени и доклады «О состоянии окружающей среды», «Схема комплексного использования и охрана водных объектов» [16]. Для казахстанской части водосбора подобные данные могут быть взяты из открытых источников – из ежегодных

национальных докладов, справочников по использованию и качеству природных вод, из разного рода информационно-аналитических отчетов областных департаментов по экологии и охране окружающей среды. Часть данных, в частности за 1980-е гг. (по количеству водопользователей, русловому водному балансу, объемам забора и сброса воды по длине нижнего Урала) включают так называемые гидрологические ежегодники. Часть уникальных сведений по водохозяйственной деятельности и ее ограничениям приводится в [32] и в опубликованных правительственных документах.

Впервые достоверно озвучены объемы, производственная и территориальная структура водопотребления в [5]. Указано, что на промышленные и коммунально-бытовые нужды забрано во всем Урало-Эмбинском регионе в 1966 г. $0,5 \text{ км}^3$, на лиманное орошение 269 тыс. га и Чижинские разливы – 1 км^3 , на регулярное орошение 45 тыс. га – $0,18 \text{ км}^3$, обводнение пастбищ, водоснабжение сельских поселений – $\sim 90 \text{ млн м}^3$. Уже тогда подчеркивалось, что в ряде районов воды не хватает. В монографии приводятся приблизительные расчеты изъятий стока на испарение с водохранилищ и прудов, водопотребление предприятиями, населением и сельскохозяйственной отраслью, выполненные Государственным гидрологическим институтом (ГГИ).

В научно-методической работе [33] приводятся хорошо обоснованные оценки изменения речного стока хозяйственной деятельностью в бассейне р. Урал, полученные интегральным и дифференцированным способами. Установлено, что изменение стока на постах Кизильское и Оренбург началось с 1955 г., и оно связано с созданием водохранилищ на самой реке, а также с водозаборами Магнитогорского, Орского, Новотроицкого и Оренбургского промышленных центров. Изменение стока на постах нижнего Урала, помимо указанных причин, произошло из-за развития лиманного и регулярного орошения с 1950-1958 гг. и увеличения забора в Урало-Кушумский канал с 1955 г. Уменьшение стока Урала по отношению к восстановленному стоку за период 1956-1972 гг. составило 19, 20, 12 и 16 % на постах Кизильское, Оренбург, Кушум и Тополи. До поста Кизильское основное уменьшение стока под влиянием промышленно-коммунального водозабора составляет 54 % от общих потерь. К г. Оренбургу роль этого фактора снижается до 24 %, тогда как роль водохранилищ возрастает до 64 %: из них 44 % потери на аккумуляцию в 1956-1972 гг., 20 % потери на испарение.

В монографии [34] потери стока на испарение с зон затопления и подтопления водохранилищ оценены в $0,26 \text{ км}^3/\text{год}$ (основа их – испарение с Ириклинского водохранилища [12, 29]). Для маловодных лет величина потерь увеличивается в 1,5-2,5 раза, а в многоводные годы уменьшается в 1,5-4 раза. Снижение стока главной реки под влиянием орошения оценено в $\sim 0,6 \text{ км}^3/\text{год}$ на уровень 1975 г. Средний сток р. Урал под влиянием агротехники уменьшился примерно на $0,6 \text{ км}^3/\text{год}$ на уровень 1970 г. Годовые значения безвозвратных потерь на промышленно-коммунальное и сельскохозяйственное водоснабжение оценены примерно в $0,08 \text{ км}^3$ в 1940 г. и $0,39 \text{ км}^3$ в 1975 г. Всего годовой сток р. Урал под влиянием хозяйственной деятельности и на уровень 1975 г. уменьшился примерно на $2 \text{ км}^3/\text{год}$, или 18 % нормы стока за естественный период.

В [35] сообщается, что в Урало-Кушумскую оросительную систему поступает до 1 км^3 воды год, или 75 % от объемов, потребляемых на нужды сельского хозяйства в Гурьевской, Уральской и Оренбургской областях. Причем огромная часть этой воды теряется на фильтрацию и испарение из открытых каналов и на лиманных землях.

В [36] упор сделан на оценке влияния только безвозвратного промышленно-коммунального водопотребления на сток р. Урал до г. Оренбурга. Оценки этого воздействия получены также двумя способами – водно-балансовым и интегральным способами, – как и в [33]. Установлено, что для условий 1975 г. безвозвратное водопотребление равно $2,4 (\pm 0,13)$ и $4,92 \text{ м}^3/\text{с} (\pm 0,33 \text{ м}^3/\text{с})$ на участках «исток – с. Кизильское» и «исток – г. Оренбург». Для 1964/1965-1974/1975 гг. оно оценено в $1,9-2,2 \text{ м}^3/\text{с}$ (Кизильское), для 1955/1956-1974/1975 гг. – $3,9-4,4/4,9 \text{ м}^3/\text{с}$ (Оренбург). Впервые в него включены также потери на заполнение

понижений на пойме во время зимней межени из-за регулирующей деятельности Ириклинского водохранилища. Наиболее заметное влияние водопотребления обнаружено в верховьях и особенно в маловодные годы. Определены (по данным за зимний сезон) переломные годы в промышленно-коммунальном водопотреблении: в створе Кизильского – после 1948-1949 г., для Оренбурга – после 1954-1955 гг. Получены довольно надежные графики связи между расходами воды постов Кизильское и Оренбург и расходами постов с ненарушенным стоком (при $R > 0,9$), использованные для восстановления естественного зимнего стока в период антропогенно измененного стока и оценки величин антропогенных изменений стока.

В [37] впервые опубликованы водохозяйственные балансы бассейна р. Урал – фактический (1982 г.) и для средних по водности и маловодных лет. Следующее крупное обобщение данных сделано через 20 лет (после работ ГГИ) и лишь для российской части бассейна [6]. Среди основных результатов всестороннего анализа, выполненного в РосНИИВХе, – важные сведения по искусственным водоемам в бассейне, по забору воды из поверхностных и подземных водоисточников в 1991-1997 гг. Отмечено, что общий забор воды снизился с 2,92 до 2,32 км³/год, больше всего из поверхностных объектов. Минимальное сокращение объемов забранной воды в 1990-х гг. характерно для хозяйственно-питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения. Основной объем забираемой воды производился в Оренбургской обл. (87 %). 84 % объема водозабора приходилось на р. Урал, а 16 % – на рр. Сакмара, Илек, Салмыш и Большой Кумак, Орь (Оренбургская обл.), Гумбейка, Зингейка, Большой Кизил, Худолаз (Челябинская обл.), Таналык, Бол. Кизил, Худолаз (Башкортостан). В [6] демонстрируются также сведения по отраслевой структуре водопользования в 1997 г.: 81 % – это производственные нужды, 10 % – хозяйственно-питьевые, 7 % – орошение земель и сельскохозяйственное водоснабжение, 2 % – прочее. Суммарное водоотведение составило 2060,2 млн м³, тогда как в 1991 г. было 2223,6 млн м³. В монографии помещены подробные сведения о жилищно-коммунальном хозяйстве, промышленности, энергетике, сельском и рыбном хозяйстве бассейна р. Урал в целом и отдельно для г. Орск и г. Оренбург, об аспектах и проблемах осуществляемого водопользования; комментарии в отношении существовавших на тот момент водных и водохозяйственных проблем. Впервые обсуждаются вопросы трансграничных взаимоотношений в сфере водопользования.

В следующей крупной работе – в докторской диссертации А.П. Дёмина и публикациях по ее итогам [38-40] – приводятся уникальные данные по ежегодным объемам, многолетней динамике и структуре водопотребления в российской и казахстанской частях бассейна за период с 1970 г. по 2008 г. Отмечается, что с 1985 г. на водохозяйственный учет была поставлена Ириклинская ГРЭС, для охлаждения агрегатов которой из Ириклинского водохранилища ежегодно забирается ~2 км³ воды, в связи с чем почти все показатели по использованию воды и водоотведению в бассейне резко выросли (рис. 2), за исключением безвозвратного водопотребления. После 1990 г. объем водозабора в российской части бассейна Урала сократился с 2,9 до 2,0-2,1 км³ (2001-2008 гг.), а в Казахстане – с 1,7 до 0,7-0,9 км³. На российской территории ~87 % воды используется на производственные, 11 % – на хозяйственно-питьевые нужды и <1 % – на орошение земель. С 1990 г. по 2005 г. использование воды на производственные нужды сократилось на 35 %, на хозяйственно-питьевые – на 9 %, а на орошение – в 20 раз. В казахстанской части лишь 7 % объема воды идет на производственные нужды, ~8 % на хозяйственно-питьевое водоснабжение населения, 44 % – на орошение, 41 % – прудовое рыбное хозяйство. На начало 1980-х гг. площадь регулярного орошения в бассейне Урала составила ~180 тыс. га. Централизованным водоснабжением охвачена незначительная часть сельского населения, особенно в Казахстане. Удельное среднесуточное водопотребление в городах составляет 130-150, а в селе 15-80 л/чел.

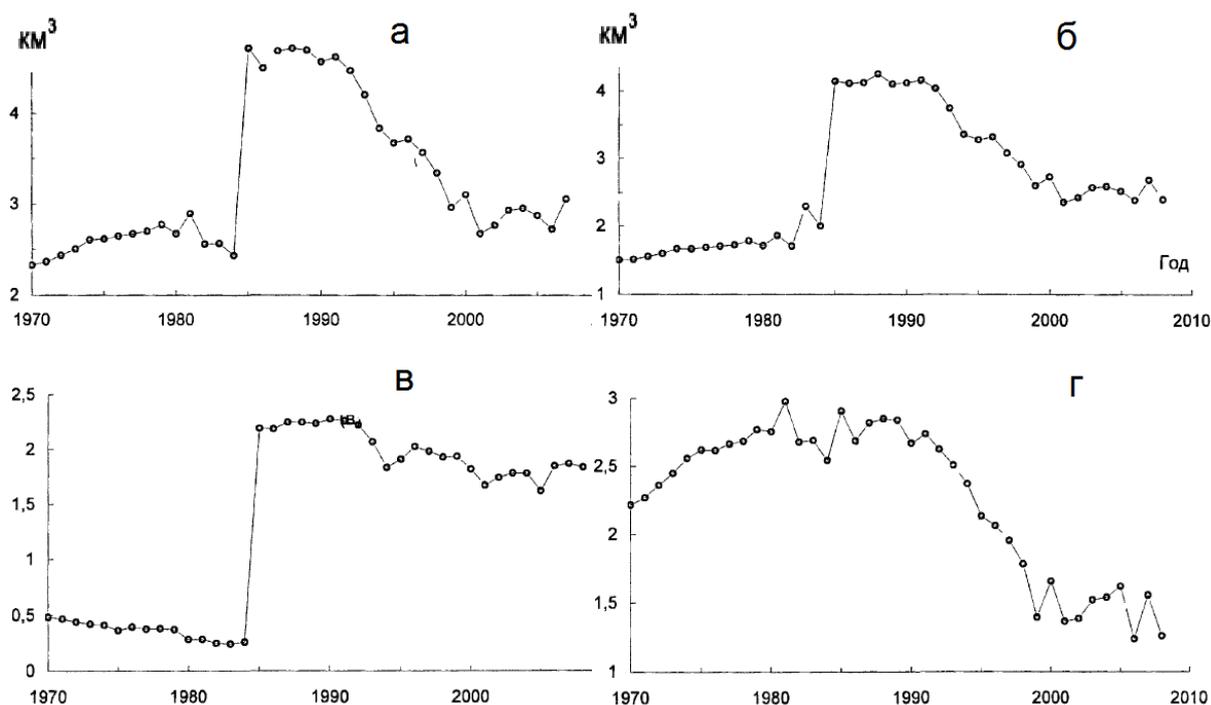


Рисунок 2 – Динамика забора воды из водных объектов в бассейне р. Урал (а), использования ее на все нужды (б), водоотведения в поверхностные водные объекты (в) и безвозвратного водопотребления с учетом потерь на испарение с поверхности водохранилищ (г) [38]

Аспектам трансграничного водопользования в российско-казахстанском трансграничном регионе (в том числе и в бассейне р. Урал) посвящены работы [41, 42]. В [41] проведено сравнение водообеспеченности на основе индексов Фалкенмарк и устойчивости и общего водного стресса. Также отмечено, что водохозяйственная обстановка на нижних участках бассейна р. Урал осложняется отсутствием крупных альтернативных источников пресной воды, и Западно-Казахстанская и Атырауская области зависят от переданных объемов стока р. Урал из российской части. В [42] представлены результаты анализа показателей эффективного использования водных ресурсов трансграничных рек степной зоны в пределах российско-казахстанского сектора. Впервые для получения интегральной оценки использован непараметрический метод многомерного анализа (PATTERN) и проведено ранжирование регионов, отличающихся различным уровнем эффективного использования водных ресурсов.

В работах Р.М. Курмангалиева [43, 44] через призму сокращения стока реки, главным образом из-за водохозяйственной деятельности, рассматриваются гидроэкологические проблемы Урала, предлагаются пути их решения. Также приводятся данные по годовому стоку для разных постов на р. Урал и его главных притоков (для разной обеспеченности), по объемам водозабора в казахстанских областях. Так, суммарный забор воды из р. Урал на нужды народного хозяйства в Западно-Казахстанской и Атырауской областях, определяемый соответствующими лимитами, достигает $1,9 \text{ км}^3/\text{год}$. Необходимая потребность в водных ресурсах с учетом требований ежегодного транспортного, рыбохозяйственного и санитарного транзитных объемов/пропусков ($8,1 \text{ км}^3$), нужд хозяйственного комплекса (до $2,4 \text{ км}^3$) и естественных потерь в русле и пойме ($1,4 \text{ км}^3$) определена в $11,9 \text{ км}^3/\text{год}$. Дефицит в воде в средние по водности годы составлял: до 1995 года $2,9 \text{ км}^3$, а к 2001 году возрос до $4,7 \text{ км}^3$, а при 75 %-ной обеспеченности стока почти до $7,5 \text{ км}^3$.

Ожидаемо много сведений по объемам, отраслевой и водно-объектной структуре водопользования в российской части бассейна р. Урал, по основным участникам водохозяйственного комплекса, удельному водопотреблению и уровню водообеспечения

(населения и производства), параметрам систем водоотведения и др. в [16]. Сведения даются по водохозяйственным участкам и федеральным субъектам за период с 2000 г. по 2009 г. и детально для 2009 г. Особенно важными представляются карты, приводимые в приложениях [16]: «Размещения крупнейших водозаборов и водохранилищ в бассейне р. Урал», «Крупнейших водосбросов», «Основных видов водопользования», «Водохозяйственного баланса», «Изменения (антропогенного – прим. авт.) состояния ресурсов и качества подземных вод», «Прогнозного изменения антропогенной нагрузки на водные объекты», «Лимитов и квот забора и сброса сточных вод», «Планируемых структурных мероприятий на территории бассейна», не говоря уже о многочисленных данных и картах качества подземных и поверхностных вод, источников загрязнения – на современный уровень и перспективный расчетный. Часть разрозненных и многочисленных данных из [16] обобщена в [17].

В [41] проведен анализ динамики структуры водопотребления в регионах бассейна р. Урал. Отмечено, что за последние 20 лет в регионах исследуемого бассейна произошла значительная перестройка структуры водопотребления. Наиболее серьезная трансформация структуры водопотребления произошла в аграрном секторе – доля использованной воды сократилась до минимальных значений (особенно в регионах Российской Федерации). Современная структура водопотребления регионов бассейна р. Урал характеризуется наличием четких внутрирегиональных различий, обусловленных природно-зональными и социально-экономическими факторами, а также историей хозяйственного освоения.

Особенности современного водопотребления в казахстанской части бассейна р. Урал – для сельскохозяйственного производства в Западно-Казахстанской области (ЗКО), – обсуждаются в работах [45-47]. Утверждается, что фактический водозабор меньше заявленного лицензируемого объема. Самым крупным потребителем воды является Урало-Кушумская система, по которой приводится значительный объем актуальной информации. Много сведений о структуре и размерах землепользования, основных системах орошения, перераспределения в них забранной воды. Сообщается, что к крупным системам лиманного орошения, действующим на территории ЗКО, относятся: Урало-Кушумская – 87,1 тыс. га, Малоузенская – 44,0 тыс. га, Большеузенская – 25,9 тыс. га, Калдыгайтинская – 3,9 тыс. га, Улентинская – 10,3 тыс. га. Существенно больше информации о структуре, объемах и многолетней динамике водопотребления в казахстанской части бассейна р. Урал и на соседних территориях (ЗКО, Атырауской и Актюбинской областях) в работе [48]. По сути, это своего рода справочник с ежегодными сведениями по заборам воды на лиманное и регулярное орошение, промышленные нужды, коммунальное водоснабжение в период с 1993 г. по 2014 г.

Некоторые публикации имеют форму анализа данных за один год или несколько лет из «Государственных докладов о состоянии окружающей среды» или других справочников с материалами по водопользованию. К ним, например, можно отнести работу [49].

В монографии [50] для поста Кушум обоснованы величины так называемого экологического стока (ниже которого нельзя уменьшать сток главной реки, чтобы не создавать кризис для пойменных биоценозов и воспроизводства рыбных ресурсов). Для года 25 % обеспеченности – это 8,76, для 95 % – 3,45 км³/год (при естественном стоке в такие годы 14,01 и 3,84 км³/год). Во время половодья экологический сток оценен в 2,43 км³ (для года 95 % водности), 2,62 (70 %), 4,31 (50 %) и 7,10 км³ (25 %). Оценки экологического стока рассчитаны также для каждого из месяцев, построены интересные зависимости экологического стока от естественного стока.

Нельзя не упомянуть еще одну работу [51]. Она посвящена изучению влияния состояния пахотных земель и естественных кормовых угодий на паводковый сток степных рек. Вообще антропогенное преобразование поверхности водосбора реки – одна из ключевых групп факторов, оказывающих косвенное воздействие на сток. В отношении Урала этот вопрос по-прежнему исследован недостаточно. Период начала значимого воздействия на

речной сток – неизвестен, хотя некоторые специалисты относят его к началу – середине 1950-х гг. В то же время, еще в 1767 г. в статье «О сбережениях и размножении лесов» П.И. Рычков писал о пагубном воздействии лесных вырубок на сток и уровни Урала [20, с. 75]. В [33, 34] влияние агротехнических мероприятий на годовой сток Урала (его уменьшение в 1956-1972 гг.) оценено в створах постов Кушум и Тополи в $0,57 \text{ км}^3/\text{год}$. В многоводные годы эта величина снижалась в 2 раза; к 2000 г. прогнозировалось ее удвоение. Продолжением аналогичных исследований стало изучение динамики речного стока р. Урал в 2001-2015 гг. в зависимости от систем сельскохозяйственного землепользования [51]. Обоснованы периоды с разным уровнем развития производительных сил в селе и влияния земледелия на условия формирования стока: 1936-1940, 1941-1954, 1954-1965, 1966-1985, 1986-2000 и 2001-2015 гг. Анализ показывает, что изменения в поверхностном стоке талых вод и коэффициенте стока соответствуют изменениям доли зяби на водосборе. В довоенный период (1936-1941 гг.) при 40 %-ной распаханности и 12 % зяблевой пахоты коэффициент стока был равен 0,52, а в 1942-1948 гг. при сокращении зяблевой пахоты до 5 % и незначительном увеличении пахотных земель он увеличился в 1,4 раза. Восстановление доли зяби до 12 % в 1949-1954 гг. привело к тому, что коэффициент стока уменьшился почти до довоенного уровня (0,53). Развитием этой темы и ее результатов служит работа [52].

Новые оценки по водопотреблению, безвозвратному водопотреблению и его влиянию на сток нижнего Урала, по сути, продление многолетних рядов с объемами водозаборов и водосбросов, приводимых в [38-40] и отдельно в [16], содержит серия работ авторов из МГУ имени М.В. Ломоносова [13, 23, 53]. С учетом не только климатического, но и антропогенного фактора, его многолетней динамики, предлагается делить ряды гидрологических наблюдений на постах нижнего Урала на 3 характерных периода и подпериода. Приводятся данные собственных экспедиционных исследований водохозяйственного комплекса в низовьях р. Урал [54, 55].

Отдельное направление исследований посвящено изучению российско-казахстанского взаимодействия по проблеме совместного использования водных ресурсов трансграничной реки Урал. Напряженная водохозяйственная ситуация в бассейне р. Урал и актуальность решения этой проблемы отмечается в [56, 57]. В [58] представлены результаты анализа различных форматов межгосударственного сотрудничества, в том числе в бассейне р. Урал. Достаточно подробно освещена деятельность Российско-Казахстанской комиссии по совместному использованию и охране трансграничных водотоков. В работах [59-62] даны предложения по перспективным направлениям взаимодействия. В [60] обосновано создание российско-казахстанского трансграничного образования по типу еврорегионов, получивших широкое развитие в Европе. Целесообразность создания подобной интеграционной группировки определяется, в первую очередь, наличием общих историко-географических, геополитических и социально-экономических предпосылок. Осью предлагаемого трансграничного союза выступает р. Урал. В статье [62] отмечается, что несмотря на накопленный российско-казахстанский опыт сотрудничества, механизмы управления водными ресурсами трансграничного бассейна р. Урал далеки от совершенства.

Реализация договоренностей, закрепленных межгосударственными соглашениями, представлена в [16, 32]. Согласно им и Протоколу заседания рабочей группы по бассейну р. Урал от 19.06.1996 г. регламентируются следующие объемы передаваемого с территории РФ на территорию РК стока Жайыка (Урала): в средние по водности годы – это $7,8 \text{ км}^3$, в маловодные годы 75 % обеспеченности – $5,4 \text{ км}^3$, в очень маловодные годы 95 % обеспеченности – 3 км^3 . В РФ приняты даже бóльшие величины [16]. Так обязательный экологический сток по р. Урал определен равным 12,213 (25 %), 8,11 (50 %), 5,46 (75 %) и 3,377 (95 %). Сопоставление этих требований с расходами воды на границе РФ и РК показало, что за период с 1990 г. по 2017 г. договоренности по годовому стоку ни разу российской стороной не были нарушены, что подтверждается и в [32] по состоянию на

2006 г. В качестве условно-естественной водности года и его обеспеченности была взята сумма расходов воды на постах пос. Березовский (р. Урал), который находится выше Ириклинского водохранилища, Веселый № 1 (р. Илек) и с. Кургала (р. Сакмара). Фактический сток на границе за 2009-2018 гг. был взят по данным на посту Январцево, за 1990-2008 гг. восстановлен по данным постов г. Оренбург (р. Урал), Веселый № 1 (р. Илек) и с. Кургала (р. Сакмара).

Нельзя обойти вниманием ранее упомянутую работу «Предварительные результаты исследований по р. Жайык (Урал)». В ней рассмотрены и приведены: 1) «слабые и сильные» стороны межгосударственного сотрудничества по водной проблематике, возникающие угрозы, перечень действующих договоров и нормативных актов, готовящихся документов, 2) актуализированные характеристики годового стока рек в казахстанской части водосбора, 3) сведения о структуре водохозяйственного комплекса, включая искусственные водоемы Казахстана, по строящимся водосистемам и состоянию существующих, 4) сведения по водозаборам и водосбросам с 1993 г. по 2014 г., 5) водохозяйственные характеристики Ириклинского водохранилища за 1994-2015 гг., 6) распределение площадей орошаемого земледелия в пределах Жайык – Каспийского бассейна Казахстан за 1990-2014 гг. Много сведений по загрязнению речных вод.

2. Динамика вод и изменения стока в низовьях Урала как итог климатических и антропогенных нарушений стока на водосборе реки. Нижний участок р. Урал расположен в пределах Республики Казахстан. Протяженность данного участка от границы с РФ до впадения Урала в Каспийское море около 1135 км [55]. Он имеет несколько важных отличительных черт. Во-первых, его сток и водный режим напрямую зависят от климатических и антропогенных условий формирования и руслового транзита водного стока на территории России. Вторая черта – это наличие бесприточного участка, начиная от г. Уральска (~950 км), в пределах которого река лишь теряет часть своих вод на испарение, питание грунтовых вод, обводнение староречий и сухих степей, а также из-за интенсивного забора воды, и устьевого участка, с верхней границей примерно в 200 км от моря, до которой могут распространяться крупные нагонные колебания уровня воды в условиях межennaleго стока реки. Устьевой участок, в свою очередь, включает придельтовый отрезок и дельту выдвижения площадью около 300 км² и длиной ~32 км [63].

Устьевому участку р. Урал, его гидрологическому режиму и морфологическому строению, их изменениям, прежде всего в связи с колебаниями уровня Каспия, посвящено довольно много крупных научных и содержательных работ. Они обновлялись примерно раз в 10-20 лет, что позволяло иметь надежные, отвечавшие научно-практическим запросам представления о гидрологическом состоянии устья, о ведущих гидролого-морфологических процессах и их факторах, обосновывать прогнозы по возможной динамике устья и его элементов. Можно выделить несколько направлений исследования устья р. Урал. В их перечне: 1) вековая и многолетняя динамика морского края и гидрографической сети дельты, русловые процессы, 2) многолетние изменения и внутригодовые колебания водного стока, его трансформация по длине устьевого участка, в том числе под влиянием водозаборов, статистические оценки числовых характеристик средних, максимальных и межennaleго расходов воды, 3) распределение и перераспределение стока в дельте, 4) уровенный режим реки и дельтовых рукавов, 5) многолетние и синоптические колебания уровня на устьевом взморье и их распространение в дельту и выше нее, 6) речные и нагонные наводнения, и, наоборот, дефицит стока и водных ресурсов.

Первые публикации, в которых упоминается устье р. Урал, его строение и природа, некоторые гидрологические и гидрографические сведения – это монографии и статьи XIX в. - первой половины XX в. [64-70]. В книге «Большая Эмба» [71] приведен внушительный и уникальный список публикаций по водным и земельным ресурсам Западного Казахстана, изданных в период с 1762 г. по 1936 г.

Первой крупной работой, посвященной морфологии и гидрологии среднего и нижнего течения р. Урал стала большая статья П.П. Кокина [68]. В ней автор приводит многочисленные продольные профили дна, берегов и водной поверхности нижнего течения Урала, графики поперечных створов, дает характеристику террас, поймы и русла, отходящих водотоков, внутригодового уровенного режима, приводит данные по характерным и средним месячным расходам воды, кривые расходов воды и кривые обеспеченностей, связи соответственных уровней.

Следующий важный этап гидрологических исследований и публикации его результатов приходится на 1960-е гг. [72-75]. Он связан с работами О.К. Тленбекова – сотрудника Казахского НИИ рыбного хозяйства. Его работа объединяет несколько тематических блоков. Во-первых, это раздел, посвященный расходам воды, их внутригодовой изменчивости, водопотерям, распределению расходов между рукавами дельты. Во-вторых, раздел по уровенному режиму, влиянию на него стока воды, колебаний фонового уровня моря, морских сгонов и нагонов. Причем для разных створов на устьевом участке определены эффективные ветра и их повторяемость. Установлено, что в связи с падением уровня моря частота ветровых колебаний уровня у г. Гурьева уменьшилась в 2 раза, пойма выше города частично заливается лишь в многоводные и средние по водности годы. Построены кривые обеспеченностей и эмпирических связей уровней и расходов воды, обоснованы однородные периоды для их разделения – 1922-1935, 1936-1950, 1951-1964 гг. Потери стока на участке Кушум-Тополи автором оценены в $1 \text{ км}^3/\text{год}$, а между с. Тополи и г. Гурьевым – в $0,76 \text{ км}^3/\text{год}$. Из них потери на обводнение пойменных озер оценены в $0,14 \text{ км}^3/\text{год}$, рукавов древних дельт Урала – $0,47$, хозяйственные изъятия – $0,15 \text{ км}^3/\text{год}$. Важные результаты связаны с изучением О.К. Тленбековым факторов и особенностей вековой и внутривековой динамики дельты Урала и ее гидрографической сети, как продолжение работ [67, 69].

В статье [76] также развивается тема изменений строения и водного режима устьевой области Урала на фоне продолжающегося снижения уровня моря с озвучиванием поливариантного прогноза (на основе теории устьевых процессов) с учетом возможных колебаний уровня Каспия и стока Урала.

В 1980-е гг. появляется серия работ, среди которых, помимо статей О.К. Тленбекова и его коллег [77, 78] с обновленными оценками, работы сотрудников ИВП АН и КазНИГМИ [79-81]. В них анализируется эволюция дельты и ее элементов в последние несколько сотен лет. Все особенности и закономерности этих процессов увязываются с колебаниями уровня моря. Новые сведения о динамике дельты (после 1977 г., в том числе в условиях подъема и нового падения уровня) приводятся уже в работах [63, 82, 83] и др. Кроме того, в статье [80] много обновленных сведений о водном режиме устьевого участка Урала. Подробно рассмотрены и проиллюстрированы закономерности внутригодового хода уровней (с оценкой его основных характеристик и дат), его трансформация от поста Тополи к морю, приводятся сведения о глубинах и скоростях течения, уклонах водной поверхности, их сезонных и продольных колебаниях. Отдельно анализируются многолетние колебания уровней воды в реке и рукавах, в том числе с привязкой к колебаниям уровня моря и реагирующим на них вертикальным русловым деформациям. Есть редкие сведения о критически высоких и низких уровнях воды и их последствиях, характере влияния нагонов. По водному стоку приводятся оценки параметров среднегодовых, максимальных и меженных расходов, главным образом по постам Кушум и Махамбет, а также кривые обеспеченности (за 1936-1972 и 1976-1984 гг.), распределение расходов воды в течение года. Сообщается, что общие потери стока между Тополи и Гурьевым достигали в 1966-1975 гг. – $1,4 \text{ км}^3/\text{год}$, т.е. больше на $0,6 \text{ км}^3/\text{год}$, чем в [73]. Причем в условиях врезания русла естественные потери снижались. Выполнено сравнение новых (своих) данных по распределению расходов воды между рукавами дельты с данными О.К. Тленбекова.

В условиях быстрого подъема уровня Каспия с 1978 г. по 1995 г., сменившего сильное снижение уровня до 1977 г., приведшего к резкому росту повторяемости сильных нагонов и

связанных с ними затоплений дельты, городских и нефтегазовых объектов, дорожного полотна, появляется запрос на более детальное изучение этого вопроса с целью создания эффективной системы прогноза и проведения защитных мероприятий. Первой такой работой, в развитии опять же результатов исследований О.К. Тленбекова, стала диссертация С.К. Ахметова [81] и немногочисленные публикации по ее итогам. В ней подробно рассмотрены сгонно-нагонные колебания уровня воды, определены вызывающие их синоптические ситуации, получен способ расчета величины нагона и дальности его проникновения в дельту в зависимости от расходов воды в вершине дельты и от уровня моря; найдена связь уровня на взморье от местного ветра и поля давления над Северным Каспием, позволяющая прогнозировать уровень с 12 ч заблаговременностью. За работой С.К. Ахметова последовала целая серия научных работ сотрудников ГОИНа [84-91] с некоторым обобщением их итогов в главе 7 монографии [63]. Работы содержат много уникальных и первых в своем роде результатов в аспекте решения задач научного обоснования защитных мер – по итогам комплексных исследований и разработки практических методик расчета уровней воды на устьевом участке Урала при взаимодействии фонового уровня моря, стока реки, ветра и ветровых нагонов с учетом морфологических особенностей дельты, рукавов и устьевого взморья. В них реализован метод оценки максимальных уровней воды для разных обеспеченностей и пунктов в дельте, при взаимодействии расходов реки и нагонных повышений уровня разных обеспеченностей, при отметках фонового уровня моря -26,5 и -26,0 м БС. Получены соответствующие номограммы. Продолжены исследования Н.Г. Красновой, М.М. Жукова, О.К. Тленбекова и Г.Ф. Красножона по изучению эволюции «тела дельты» р. Урал и ее гидрографической сети в связи с колебаниями уровня Каспия; обновлены сведения по распределению стока между рукавами дельты (за 1989-1991 гг.).

Основной вклад сотрудников географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова состоял, в первую очередь, в обобщении, раскрытии новых особенностей и закономерностей динамики дельты р. Урал и ее компонентов – размеров и границ, гидрографической сети, растительного покрова [63, 82, 83, 92-96] – во время падения уровня моря до 1977 г., резкого подъема с 1978 г. по 1995 г., стабилизации и нового падения уровня Каспия после 1995 г. Вторым направлением исследований в МГУ было уточнение оценок характеристик среднего, максимального и минимального стока на постах в низовьях и устье р. Урал, распределение расходов воды по месяцам, обоснование характерных (по степени влияния климатических и антропогенных факторов) и разных по водности многолетних периодов, детальный анализ произошедших изменений водного режима нижнего Урала для створов Кушум и Тополи/Махамбет [13, 23, 53, 63, 92-95]. Впервые (по суточным данным) были получены и проанализированы многолетние ряды по датам наступления и окончания основных гидрологических сезонов в низовьях Урала, по объемам стока в половодье, летне-осеннюю и зимнюю межень (рис. 3). Третье направление – анализ географии, структуры и масштабов водохозяйственной деятельности в низовьях и устье р. Урал, ее влияния на сток и водный режим реки, на сток наносов [13, 53, 55], причем как по данным водохозяйственного учета, так и по собственным экспедиционным материалам.

В Республике Казахстан современным изучением устьевой области р. Урал занимаются разные организации и в рамках природоохранной деятельности, прежде всего в дельте реки [50, 97], при создании разных атласов [98-100], для понимания степени и причин изменения водного и химического стока реки [101-104]. Часть результатов из этих публикаций рассмотрены ранее и в статье [1]. В монографии [97] по обновленным данным наблюдений на постах Казгидромета (вплоть до 2005 г.) уточнены даты прохождения половодья на устьевом участке Урала, начала и окончания межени, оценки средних, максимальных и минимальных уровней воды, основные характеристики стока воды, приведены критерии опасности сгонно-нагонных явлений в дельте Урала, опубликованы важные сведения по высоким нагонным уровням за 1992-2005 гг.

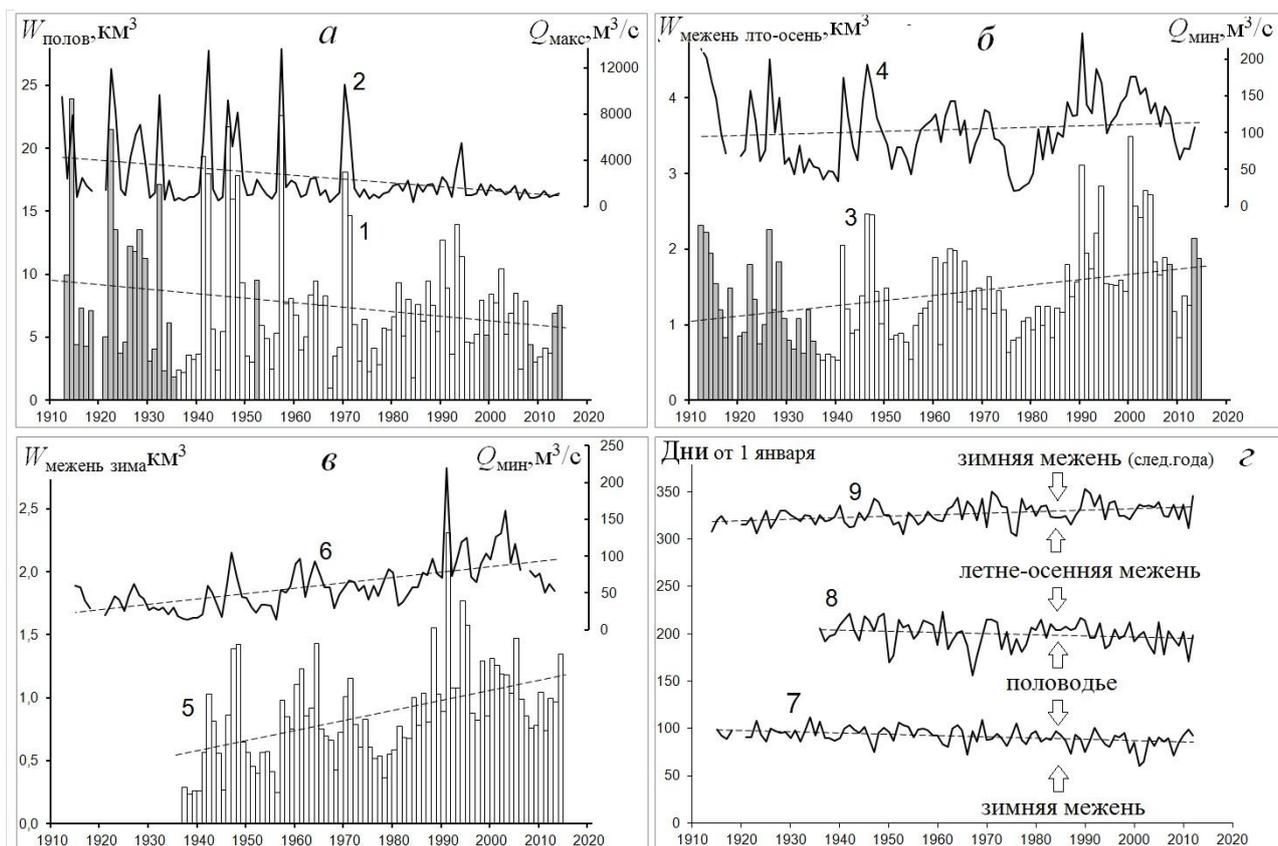


Рисунок 3 – Многолетние изменения элементов водного режима р. Урал (пост Кушум) по [23] с переводом подписей на русский

Примечание: 1 – объем стока за весеннее половодье (серые столбики – восстановленные значения), 2 – максимальные расходы воды, 3 – объем стока за летне-осеннюю межень, 4 – минимальные расходы воды периода открытого русла, 5 – объем стока за зимнюю межень, 6 – минимальные расходы воды зимы, 7 – дата начала половодья, 8 – дата окончания половодья, 9 – дата начала зимней межени.

Еще в одной национальной работе [98] приводятся обновленные сведения по гидрологическим условиям на реках Атырауской области, включая нижнее течение и устье р. Урал, в виде карт, табличных данных и диаграмм с привязкой к гидрологическим постам. Атлас также содержит мелкомасштабные (на всю область) карты «Опасности подъема уровня воды на реках», «Опасности затопления приречных территорий», «Опасности наводнений во время половодья и паводков» и «Нагонных явлений» с табличной и краткой текстовой информацией. В [100] приводятся мелкомасштабные карты и сведения по водопользованию в Урало-Эмбинском районе, вероятности и продолжительности затопления поймы (на участках постов).

Заключение

Исследование водохозяйственной деятельности в бассейне Урала и ее влияния на водный режим рек исследуемого бассейна начинается в 30-х годах прошлого века. Но первые крупные труды, посвященные этому вопросу, датируются концом 1960-х гг. и 1970-ми гг. Новый всплеск интереса к теме пришелся на 2000-е годы, и она остается актуальной до настоящего времени. Это можно объяснить тем, что в условиях масштабного водопользования произошли негативные изменения стока и водного режима многих рек в бассейне р. Урал, особенно на водно-дефицитных участках. Кроме того, произошла значительная трансформация качественного состава речных вод исследуемого бассейна. Особенно важны научно-прикладные исследования гидроэкологических проблем в контексте трансграничного использования водных ресурсов бассейна р. Урал. Основные направления

исследований – оценка роли водохранилищ в изменениях стока и водного режима рек; воздействие агротехнических мероприятий на условия стокоформирования; количественная оценка показателей использования водных ресурсов (в целом и в разных секторах бассейна) и анализ многолетней динамики структуры водопотребления. Часть результатов и выводов не устарела и по-прежнему важна при интерпретации новых результатов продолжающихся исследований.

Отдельное внимание уделено исследованиям нижнего течения р. Урал, из общей протяженности которого 84 % приходится на бесприточный (водно-дефицитный) и 18 % – на устьевой участок, что несомненно актуализирует решение проблем трансграничного водопользования. Как установлено, крупных научных и содержательных публикаций по гидрологии низовьев Урала довольно много, начиная с XIX в. Спектр вопросов, который рассмотрен в них, довольно обширный. В их перечне: 1) вековая и многолетняя динамика морского края и гидрографической сети дельты, русловые процессы, 2) многолетние изменения и внутригодовые колебания водного стока, его трансформация по длине устьевого участка, в том числе под влиянием водозаборов, статистические оценки числовых характеристик средних, максимальных и меженных расходов воды, 3) распределение и перераспределение стока в дельте, 4) уровенный режим реки и дельтовых рукавов, 5) многолетние и синоптические колебания уровня на устьевом взморье и их распространение в дельту и выше нее, 6) речные и нагонные наводнения, и, наоборот, дефицит стока и водных ресурсов.

Всего авторами было собрано и проанализировано более 100 публикаций.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках НИР по теме «Экологическая оценка последствий регулирования стока в трансграничном бассейне трансграничной реки Урал (Жайык) и разработка научно-обоснованных предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной реки Урал (Жайык)», тем государственного задания ЦИТИС 121051400038-1 и № АААА–А21–121011190016–1, научной школы МГУ «Климат и окружающая среда». Часть работы, посвященная устью р. Урал, выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 (проект 1.10 Исследования экстремальных гидрологических явлений в устьях рек).

Список литературы

1. Магрицкий Д.В., Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М., Кисебаев Д.К. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX в. – начале XXI в. Часть 1. Сток и водный режим. Многолетние изменения // Вопросы степеведения. 2023. № 1. С. 25-44.
2. Боскис С.Г., Троцкий М.Н. Перспективы комплексного использования водно-земельных ресурсов бассейна реки Урал. Москва; Ташкент: Сазгипровод, 1934. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrigo.ru/handle/123456789/229311> (дата обращения: 15.06.2022).
3. Справочник по водным ресурсам СССР. Т. 12. Урал и Южное Приуралье. Часть 2. Ленинград-Москва, 1936. 960 с.
4. Балабанова З.М. Ириклинское водохранилище на р. Урал // Вопросы водного хозяйства и гидрологии Урала. Свердловск, 1961. Вып. 1. С. 33-48.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 512 с.
6. Вода России. Речные бассейны. Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2000. 536 с.
7. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: ГГИ, 2008. 600 с.

8. Водохранилища. Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. 700 с.
9. Каталог «Водохранилища СССР». М.: Союзводпроект, 1988. 276 с.
10. Справочник «Водохранилища СССР». Часть 1. Водохранилища объемом 10 млн м³ и более. М.: Союзводпроект, 1988. 323 с.
11. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
12. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. I. Вып. 24. Обнинск-Самара, 1984-2016.
13. Магрицкий Д.В., Кенжебаева А.Ж. Закономерности, характеристики и причины изменчивости годового и сезонного стока воды рек в бассейне р. Урал // Наука. Техника. Технология (политехнический вестник). 2017. № 3. С. 39-61.
14. Пряхина Г.В. Оценка влияния крупных водохранилищ на сток рек в нижнем бьефе: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 2003. 22 с.
15. Шикломанов И.А., Веретенникова Г.М. Влияние водохранилищ на годовой сток рек СССР // Тр. ГГИ. 1977. Вып. 239. С. 27-48.
16. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (Российская часть). Т. 1-6. Екатеринбург: ФГУП «РосНИИВХ», 2013.
17. Прохорова Н.Б., Косолапов А.Е. Современный водохозяйственный баланс реки Урал на территории Российской Федерации // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 2. С. 4-20. DOI: 10.35567/1999-4508-2011-2-1.
18. Дамрин А.Г. Ландшафтные особенности искусственных водоемов оренбургской области и обоснование их экологической типизации: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2003. 178 с.
19. Чибилев А.А., Павлейчик В.М., Дамрин А.Г. Ириклинское водохранилище: природно-ресурсный потенциал. Екатеринбург, Екатеринбург, 2006. 183 с.
20. Чибилёв А.А. Бассейн Урала: История, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 312 с.
21. Винокуров Ю.И., Чибилев А.А., Красноярова Б.А., Павлейчик В.М., Платонова С.Г., Сивохиц Ж.Т. Региональные экологические проблемы в трансграничных бассейнах рек Урал и Иртыш // Известия РАН. Серия географическая. 2010. № 3. С. 95-104.
22. Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М., Чибилёв А.А., Падалко Ю.А. Проблемы устойчивого водопользования в трансграничном бассейне реки Урал // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. № 4. С. 504-516.
23. Magritsky D.V., Kenzhebaeva A.K., Yumina N.Yu., Efimova L.E., Moreido V.M. Climatic changes and water management in the Ural River basin and their impact on the river water regime // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 817. no. 012062. pp. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012062.
24. Падалко Ю.А. Водохранилища в трансграничном бассейне р. Урал: современное состояние и проблемы // Водохранилища Российской Федерации: современные экологические проблемы, состояние, проблемы: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. Ростов н/Д, 2019. С. 127-132.
25. Косолапов А.Е., Калиманов Т.А., Шефер Е.А., Чмыхов А.А., Ридель С.А. О возможности изменения современных режимов водохранилищ на реке Урал // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 2. С. 68-79.
26. Косолапов А.Е., Гурин К.Г., Сабодашев Н.В., Безматерных Н.С., Коваленко Н.С. Исследование гидрологических характеристик р. Урал в створах Верхне-Уральского, Магнитогорского и Ириклинского гидроузлов // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2017. № 4. С. 19-30.
27. Косолапов А.Е., Чмыхов А.А. Бассейн реки Урал: управление водными ресурсами в условиях трансграничного водопользования // Водохранилища Российской Федерации:

- современные экологические проблемы, состояние, управление: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. Новочеркасск: Лик, 2019. С. 254-261.
28. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. V. Вып. 2. Обнинск, Актюбинск, Алматы, 1984-1997.
29. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. Л., СПб., М., 1981-2019.
30. Воды России. Состояние, использование, охрана. 1986-2000. Свердловск, Екатеринбург, 1991-2002.
31. Водные ресурсы и водное хозяйство России. Статистический сборник. М.: НИИ-Природа, 2006-2018.
32. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал (Жайык) с притоками / ПК «Институт Казгипрводхоз». Отчет в 6 томах и 11 кн. Л.А. Малый, Д.Г. Рымкулова, Г.А. Сафонов и др. Алматы, 2007.
33. Родионов В.З. Влияние хозяйственной деятельности на сток р. Урала // Труды ГГИ. 1977. Вып. 239. С. 109-122.
34. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 302 с.
35. Клинчев Д. Приумножить водные ресурсы Урала // Бассейн Урала: Проблемы, перспективы. Оренбург, 1979. С. 27-31.
36. Григорьев О.М. Оценка влияния промышленно-коммунального водопотребления на сток р. Урал // Труды ГГИ. 1981. Вып. 273. С. 44-61.
37. Водные ресурсы СССР и их использование. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 300 с.
38. Дёмин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2011. 51 с.
39. Дёмин А.П. Современные изменения водопотребления в бассейне Каспийского моря // Водные ресурсы. 2007. Т. 34. № 3. С. 259-275.
40. Дёмин А.П. Тенденции использования водных ресурсов в бассейне Куры // Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе: Труды Междунар. науч. конф. Москва, 2006. С. 239-243.
41. Рыбкина И.Д., Сивохип Ж.Т. Водные ресурсы Российско-Казахстанского трансграничного региона и их использование // Юг России: экология и развитие, 2019. № 2. С. 70-86.
42. Sivokhip Zh. T. Problems of effective use of the water resources of the transboundary rivers in the steppe zone // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 2021. vol. 817: 012101.
43. Курмангалиев Р.М. Гидроэкологические проблемы трансграничных водотоков Урало-Каспийского бассейна // Геология, география и глобальная энергия. 2009. № 4(35). С. 44-49.
44. Курмангалиев Р.М. Экологические проблемы трансграничного водотока – реки Урал и пути их решения // Наука и образование. 2008. № 3. С. 91-97.
45. Онаев М.К. Лиманное орошение в Западно-Казахстанской области. Уральск, 2011. 110 с.
46. Онаев М.К. Мелиоративная оценка водных и земельных ресурсов Приуралья. Уральск, 2014. 161 с.
47. Онаев М.К. Оценка периодичности затопления и восстановления продуктивности лиманов // Известия Оренбургского ГАУ. 2017. № 5(67). С. 91-93.
48. Ахметов С.К. Промежуточные результаты исследований трансграничных рек Казахстана: Урал и пр. Кигач. Боровое, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://unese.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/wat/> (дата обращения: 12.09.2019).
49. Алферов И.Н., Яковенко Н.В. Водопользование в бассейне реки Урал: современное состояние и геоэкологические проблемы // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 2. С. 1-9.

50. Бурлибаев М.Ж., Фащевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. Алматы, 2014. 408 с.
51. Нестеренко Ю.М. Водный сток на Южном Урале в антропогенно меняющихся условиях // Актуальные вопросы гидрологии и геоэкологии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Пермь: ПГНИУ, 2016. С. 99-104.
52. Левыкин С.В., Нестеренко Ю.М., Яковлев И.Г., Падалко Ю.А. К разработке Российско-Казахстанской стратегии охраны и использования водных ресурсов бассейна р. Урал // Стратегия развития приграничных территорий: традиции и инновации. Курск: КГУ, 2017. С. 418-427.
53. Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина Н.М., Торопов П.А., Кенжебаева А.Ж., Ермакова Г.С. Изменения стока в бассейне р. Урал // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2018. № 1. С. 90-101.
54. Магрицкий Д.В., Кенжебаева А.Ж. Особенности и размеры влияния водохозяйственной деятельности на сток р. Урала в пределах Казахстана // Проблемы комплексной безопасности Каспийского макрорегиона: сб. науч. статей. Астрахань, 2021. С. 111-119.
55. Магрицкий Д.В., Ефимова Л.Е., Гончаров А.В., Кенжебаева А.Ж. Особенности современного водопользования в нижнем течении р. Урал, его проблемы и гидроэкологические последствия // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 28-49.
56. Кoryтный Л.М., Жерелина И.В. Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 11-19.
57. Фролова Н.Л., Самохин М.А. Трансграничные речные бассейны: единство природной системы и политическая фрагментация // Российское пограничье: вызовы соседства. М.: ИП Матушкина И.И., 2018. С. 322-357.
58. Порох А.Н. Россия и Казахстан в решении трансграничных водных проблем // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Серия № 4. История, 2009. № 2(16). С. 25-33.
59. Сивохиц Ж.Т., Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничные речные бассейны Азиатской России: эколого-географические особенности институционального сотрудничества // Известия Самарского научного центра. 2013. Т. 15. № 3(3). С. 954-957.
60. Сивохиц Ж.Т., Чибилёв А.А. Эколого-гидрологические проблемы трансграничного бассейна реки Урал и перспективы институционального сотрудничества // География и природные ресурсы. 2014. № 1. С. 36-44.
61. Сивохиц Ж.Т. Анализ нормативно-правовых основ и механизмов институционального сотрудничества в трансграничных речных бассейнах // Вестник ВГУ. 2018. № 1. С. 59-66.
62. Сивохиц Ж.Т., Чибилёв А.А. Трансграничные речные бассейны: базовые принципы решения проблем межгосударственного взаимодействия // География и природные ресурсы. 2022. № 3. С. 28-39.
63. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.
64. Карелин Г.С. Путешествия Г.С. Карелина по Каспийскому морю // Записки Императорского Русского Географического Общества. 1883. Т. 10. 530 с.
65. Данилевский Н.Я., Семенов И.М. Путешествие к устью р. Эмбы // Вестник Русского Географического Общества. 1855. Ч. 13. С. 1-7.
66. Андросова В.П. Геоморфологическая рекогносцировка в дельте р. Урал // Землеведение. 1935. Т. 37. № 2. С. 37-55.
67. Краснова Н.Г. К вопросу о развитии дельты реки Урал // Ученые записки Моск. ун-та. География. 1937. Вып. 16. С. 143-151.

68. Кокин П.П. Гидрология среднего и нижнего течения реки Урала // Труды Казахстанского филиала АН СССР. Вып. 11. Большая Эмба. Материалы по водным ресурсам и транспорту Урало-Эмбинской области (Западный Казахстан). Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 87-152.
69. Жуков М.М. Плиоценовая и четвертичная история севера Прикаспийской впадины. М.: Изд-во АН СССР, 1945. 153 с.
70. Самойлов И.В. Устья рек. М.: Изд-во Географической литературы, 1952. 525 с.
71. Большая Эмба. Материалы по водным ресурсам и транспорту Урало-Эмбинской области (Западный Казахстан). Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 550 с.
72. Тленбеков О.К. Современное состояние дельты р. Урал // Труды Института ихтиологии и рыб. хозяйства АН Каз. ССР. 1963. Т. 4. С. 47-55.
73. Тленбеков О.К. Гидрология устьевой области Урала: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Алма-Ата, 1967. 21 с.
74. Тленбеков О.К. Уровень воды устьевой области р. Урал и его изменения в связи с понижением уровня моря // Труды ГОИН. 1967. Вып. 89. С. 52-66.
75. Тленбеков О.К. Распределение стока воды по водотокам и будущее дельты Урала // Труды ГОИН. 1967. Вып. 89. С. 125-139.
76. Байдин С.С. Возможное будущее устьевых областей Терека, Волги и Урала // Труды ГОИН. 1976. Вып. 129. С. 90-118.
77. Тленбеков О.К., Щеголева Н.Н., Мукина К.Н. Современное состояние гидрологического режима устьевой области р. Урал // Труды КазНИИ. 1980. Вып. 55. С. 3-16.
78. Скриптунов Н.А, Тленбеков О.К. Устьевая область Урала. Каспийское море // Гидрология и гидрохимия. М., 1986. С. 71-76.
79. Красножон Г.Ф. Проблема исследования устьев рек, береговой и шельфовой зоны Каспия с помощью методов космической фотосъемки // Гидрофизика Северного Каспия. М.: Наука, 1985. С. 10-24.
80. Красножон Г.Ф., Мазавина С.С. Гидрологический режим устья р. Урал // Комплексные исследования Северного Каспия. М.: Наука, 1988. С. 5-41.
81. Ахметов С.К. Влияние колебаний фонового уровня моря на гидролого-морфологические процессы в устьевых областях рек (на примере устьевой области р. Урал): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 1989. 18 с.
82. Кравцова В.И., Мяло Е.Г. Изменения растительности в береговой зоне северного Каспия при подъеме уровня моря // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1998. № 5. С. 49-54.
83. Кравцова В.И., Шуматиев В.В. Новые подходы к обработке разновременных космических снимков на примере исследования динамики дельты Урала // Геоинформатика. 2005. № 3. С. 52-61.
84. Полонский В.Ф. Проблемы, методология и современные методы оценки угрозы затопления дельт рек при повышении уровня моря // Экологические системы и приборы. М.: Научтехиздат, 2000. № 12. С. 25-32.
85. Полонский В.Ф., Лупачев Ю.В., Скриптунов Н.А. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 383 с.
86. Полонский В.Ф., Горелиц О.В., Остроумова Л.П. Особенности водного режима дельт Волги и Урала в условиях повышения уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. 1997. Т. 27. № 4. С. 430-436.
87. Полонский В.Ф., Остроумова Л.П. Гидрологические процессы на устьевом участке реки Урал при повышении уровня Каспийского моря // Вестник НАН Республики Казахстан. 1995. № 3. С. 11-21.
88. Полонский В.Ф., Остроумова Л.П. Вероятностные оценки уровня воды на устьевом участке р. Урал при взаимодействии ее стока и нагонов // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 5. С. 542-551.

89. Остроумова Л.П., Полонский В.Ф. О высоте нагонов на устьевом взморье реки Урал // Метеорология и гидрология. 2000. № 9. С. 89-101.
90. Polonsky V.F., Kasyanov S.Y., Filippov Y.G. Joint hydrodynamic model of the delta and mouth off-shore zone of the Ural river // Proc. of the 27th congress of IAHR. Theme B. vol. 2. San Francisco, ASCE, 1997. pp. 943-948.
91. Polonsky V.F., Ostroumova L.P., Vikulov Y.G., Mulikov R.R. The threat of flooding and the problem of protection of territories in the delta of the Ural river in view of the rising of the Caspian Sea level // Proc. of the 27th Congress of IAHR, Vol. A. San Francisco: ASCE, 1997. pp. 663-669.
92. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
93. Михайлов В.Н., Кравцова В.И., Магрицкий Д.В., Михайлова М.В., Исупова М.В. Дельты каспийских рек и их реакция на изменение уровня моря // Вестник Каспия. 2004. № 6. С. 60-104.
94. Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В., Кравцова В.И., Михайлова М.В., Исупова М.В. Воздействие изменений уровня Каспийского моря и водохозяйственных мероприятий на гидрологический режим и морфологию устьев рек // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 85-95.
95. Mikhailov V.N., Magritsky D.V., Kravtsova V.I., Mikhailova M.V., Isupova M.V. The Response of River Mouths to Large-Scale Variations in Sea Level and River Runoff: Case Study of Rivers Flowing into the Caspian Sea // Water Resources. 2012. vol. 39. no. 1. pp. 11-43.
96. Табелинова А.С. Природные и антропогенные процессы в ландшафтах северо-восточного Прикаспия: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 2019. 25 с.
97. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (Дельта реки Урал и прилегающее побережье Каспийского моря). Астана, 2007. 264 с.
98. Атлас Атырауской области. Алматы, 2014. 300 с.
99. Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I: Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. 150 с.
100. Национальный атлас Республики Казахстан. Т. III: Окружающая среда и экология. Алматы, 2010. 160 с.
101. Гальперин Р.И. Пространственно-временные закономерности водного и ледового режима рек Казахстана: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Алматы, 1995. 42 с.
102. Гальперин Р.И., Колча Т.В., Аvezова А. Река Жайык (Урал): угроза наводнений в нижнем течении в современных условиях // Вопросы географии и геоэкологии. 2012. № 3. С. 21-26.
103. Давлетгалиев С.К. Поверхностные водные ресурсы рек Жайык – Каспийского бассейна в границах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. 2011. № 1. С. 56-65.
104. Ивкина Н.И. Изменение притока в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал) // Гидрометеорология и экология. 2016. № 3. С. 50-55.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 22.02.2023
Принята к публикации 19.06.2023

SCIENTIFIC AND APPLIED STUDY OF RIVER FLOW IN THE URAL BASIN IN THE XX CENTURY - THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY. PART 2. TRANSBOUNDARY WATER USE AND WATER REGIME OF THE URAL ESTUARY

***D. Magritsky^{1,2}, A. Kenzhebaeva³, **Zh. Sivokhip⁴, V. Pavleichik⁴**

¹Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

²Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

³RSE “Gosgradkadastr”, Kazakhstan, Astana

⁴Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg
e-mail: *magdima@yandex.ru, **sivokhip@mail.ru

The article contains the results of a review analysis and systematization of scientific and applied studies of the flow and water regime of the Ural River in the aspect of transboundary water use affecting it, their changes along the length of the river and over a long period. The authors have collected and analyzed more than 100 publications. Despite the fact that scientific and applied works devoted to this topic appeared in the 1930s, the first major publications date back to the 1960s and 1970s. A new surge of interest in the topic occurred in the 2000s, and it remains relevant to the present. Despite the fact that scientific and applied works devoted to this topic appeared in the 1930s, the first major publications date back to the 1960s and 1970s. A new surge of interest in the topic occurred in the 2000s, and it remains relevant to the present. The main areas of research are an assessment of the role of reservoirs in changes in the flow and water regime of rivers; the impact of agrotechnical measures on the conditions for the formation of runoff in the catchment area; an assessment of water consumption indicators and analysis of its long-term dynamics. A special attention is paid to the research of the lower course of the Ural River, of the total length of which 84 % is non-flowing, and 18 % is at the estuarine segment. It undoubtedly actualizes the solution of problems of transboundary and environmentally safe water use. As it has been established, there are quite a lot of major scientific and informative publications on the hydrology of the lower reaches of the Ural River, since the XIX century. They were updated about once every 10-20 years. The range of issues considered in them is quite extensive – from long-term and longitudinal variability of water flow characteristics to floods and water scarcity, hydroecological problems.

Key words: river, mouth, source, water regime, reservoir, water management, publication, review.

References

1. Magritskii D.V., Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M., Kisebaev D.K. Nauchno-prikladnoe izuchenie stoka rek v basseine Urala v XX v. – nachale XXI v. Chast' 1. Stok i vodnyi rezhim. Mnogoletnie izmeneniya. Voprosy stepovedeniya. 2023. N 1. S. 25-44.
2. Boskis S.G., Trotskii M.N. Perspektivy kompleksnogo ispol'zovaniya vodno-zemel'nykh resursov basseina reki Ural. Moskva; Tashkent: Sazgiprovod, 1934. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://elibr.rgo.ru/handle/123456789/229311> (data obrashcheniya: 15.06.2022).
3. Spravochnik po vodnym resursam SSSR. T. 12. Ural i Yuzhnoe Priural'e. Chast' 2. Leningrad-Moskva, 1936. 960 s.
4. Balabanova Z.M. Iriklinskoe vodokhranilishche na r. Ural. Voprosy vodnogo khozyaistva i gidrologii Urala. Sverdlovsk, 1961. Vyp. 1. S. 33-48.
5. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 12. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyi Kazakhstan. Vyp. 2. Uralo-Embinskii raion. L.: Gidrometeoizdat, 1970. 512 s.
6. Voda Rossii. Rechnye basseiny. Ekaterinburg: Izd-vo “AKVA-PRESS”, 2000. 536 s.
7. Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie. SPb.: GGI, 2008. 600 s.
8. Vodokhranilishcha. Ekaterinburg: Izd-vo “AKVA-PRESS”, 2001. 700 s.
9. Katalog “Vodokhranilishcha SSSR”. M.: Soyuzvodproekt, 1988. 276 s.
10. Spravochnik “Vodokhranilishcha SSSR”. Chast' 1. Vodokhranilishcha ob'emom 10 mln m³ i bolee. M.: Soyuzvodproekt, 1988. 323 s.

11. Vuglinskii V.S. Vodnye resursy i vodnyi balans krupnykh vodokhranilishch SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 223 s.
12. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. T. I. Vyp. 24. Obninsk-Samara, 1984-2016.
13. Magritskii D.V., Kenzhebaeva A.Zh. Zakonomernosti, kharakteristiki i prichiny izmenchivosti godovogo i sezonnogo stoka vody rek v basseine r. Ural. Nauka. Tekhnika. Tekhnologiya (politekhnikeskii vestnik). 2017. N 3. S. 39-61.
14. Pryakhina G.V. Otsenka vliyaniya krupnykh vodokhranilishch na stok rek v nizhnem b'efe: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. SPb., 2003. 22 s.
15. Shiklomanov I.A., Veretennikova G.M. Vliyanie vodokhranilishch na godovoi stok rek SSSR. Tr. GGI. 1977. Vyp. 239. S. 27-48.
16. Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob"ektov basseina reki Ural (Rossiiskaya chast'). T. 1-6. Ekaterinburg: FGUP "RosNIIVKh", 2013.
17. Prokhorova N.B., Kosolapov A.E. Sovremennyyi vodokhozyaistvennyi balans reki Ural na territorii Rossiiskoi Federatsii. Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2011. N 2. S. 4-20. DOI: 10.35567/1999-4508-2011-2-1.
18. Damrin A.G. Landshaftnye osobennosti iskusstvennykh vodoemov orenburgskoi oblasti i obosnovanie ikh ekologicheskoi tipizatsii: dis. ... kand. geogr. nauk. M., 2003. 178 s.
19. Chibilev A.A., Pavleichik V.M., Damrin A.G. Iriklienskoe vodokhranilishche: prirodno-resursnyi potentsial. Ekaterinburg, 2006. 183 s.
20. Chibilev A.A. Bassein Urala: Istoriya, geografiya, ekologiya. Ekaterinburg: UrO RAN, 2008. 312 s.
21. Vinokurov Yu.I., Chibilev A.A., Krasnoyarova B.A., Pavleichik V.M., Platonova S.G., Sivokhip Zh.T. Regional'nye ekologicheskie problemy v transgranichnykh basseinakh rek Ural i Irtysh. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2010. N 3. S. 95-104.
22. Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Problemy ustoichivogo vodopol'zovaniya v transgranichnom basseine reki Ural. Vodnye resursy. 2017. T. 44. N 4. S. 504-516.
23. Magritsky D.V., Kenzhebaeva A.K., Yumina N.Yu., Efimova L.E., Moreido V.M. Climatic changes and water management in the Ural River basin and their impact on the river water regime. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 817. no. 012062. pp. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012062.
24. Padalko Yu.A. Vodokhranilishcha v transgranichnom basseine r. Ural: sovremennoe sostoyanie i problemy. Vodokhranilishcha Rossiiskoi Federatsii: sovremennyye ekologicheskie problemy, sostoyanie, problemy: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. Rostov n/D, 2019. S. 127-132.
25. Kosolapov A.E., Kalimanov T.A., Shefer E.A., Chmykhov A.A., Ridel' S.A. O vozmozhnosti izmeneniya sovremennykh rezhimov vodokhranilishch na reke Ural. Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2022. N 2. S. 68-79.
26. Kosolapov A.E., Gurin K.G., Sabodashev N.V., Bezmaternykh N.S., Kovalenko N.S. Issledovanie gidrologicheskikh kharakteristik r. Ural v stvorakh Verkhne-Ural'skogo, Magnitogorskogo i Iriklienskogo gidrouzlov. Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii. 2017. N 4. S. 19-30.
27. Kosolapov A.E., Chmykhov A.A. Bassein reki Ural: upravlenie vodnymi resursami v usloviyakh transgranichnogo vodopol'zovaniya. Vodokhranilishcha Rossiiskoi Federatsii: sovremennyye ekologicheskie problemy, sostoyanie, upravlenie: sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. Novocherkassk: Lik, 2019. S. 254-261.
28. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. T. V. Vyp. 2. Obninsk, Aktyubinsk, Almaty, 1984-1997.
29. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod, ikh ispol'zovanie i kachestvo. Ezhegodnoe izdanie. L., SPb., M., 1981-2019.

30. Vody Rossii. Sostoyanie, ispol'zovanie, okhrana. 1986-2000. Sverdlovsk, Ekaterinburg, 1991-2002.
31. Vodnye resursy i vodnoe khozyaistvo Rossii. Statisticheskii sbornik. M.: NIA-Priroda, 2006-2018.
32. Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh resursov reki Ural (Zhaiyk) s pritokami. PK "Institut Kazgiprvodkhoz". Otchet v 6 tomakh i 11 kn. L.A. Malyi, D.G. Rymkulova, G.A. Safonov i dr. Almaty, 2007.
33. Rodionov V.Z. Vliyanie khozyaistvennoi deyatel'nosti na stok r. Urala. Trudy GGI. 1977. Vyp. 239. S. 109-122.
34. Shiklomanov I.A. Antropogennyye izmeneniya vodnosti rek. L.: Gidrometeoizdat, 1979. 302 s.
35. Klinchev D. Priumnozhit' vodnye resursy Urala. Bassein Urala: Problemy, perspektivy. Orenburg, 1979. S. 27-31.
36. Grigor'ev O.M. Otsenka vliyaniya promyshlenno-kommunal'nogo vodopotrebleniya na stok r. Ural. Trudy GGI. 1981. Vyp. 273. S. 44-61.
37. Vodnye resursy SSSR i ikh ispol'zovanie. L.: Gidrometeoizdat, 1987. 300 s.
38. Demin A.P. Ispol'zovanie vodnykh resursov Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivnye otsenki: avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk. M., 2011. 51 s.
39. Demin A.P. Sovremennyye izmeneniya vodopotrebleniya v basseine Kaspiiskogo morya. Vodnye resursy. 2007. T. 34. N 3. S. 259-275.
40. Demin A.P. Tendentsii ispol'zovaniya vodnykh resursov v basseine Kury. Ekstremal'nye gidrologicheskie sobytiya v Aralo-Kaspiiskom regione: Trudy Mezhdunar. nauch. konf. Moskva, 2006. S. 239-243.
41. Rybkina I.D., Sivokhip Zh.T. Vodnye resursy Rossiisko-Kazakhstanskogo transgranichnogo regiona i ikh ispol'zovanie. Yug Rossii: ekologiya i razvitie, 2019. N 2. S. 70-86.
42. Sivokhip Zh. T. Problems of effective use of the water resources of the transboundary rivers in the steppe zone. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. 2021. vol. 817: 012101.
43. Kurmangaliev R.M. Gidroekologicheskie problemy transgranichnykh vodotokov Uralo-Kaspiiskogo basseina. Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2009. N 4(35). S. 44-49.
44. Kurmangaliev R.M. Ekologicheskie problemy transgranichnogo vodotoka – reki Ural i puti ikh resheniya. Nauka i obrazovanie. 2008. N 3. S. 91-97.
45. Onaev M.K. Limannoe oroshenie v Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti. Ural'sk, 2011. 110 s.
46. Onaev M.K. Meliorativnaya otsenka vodnykh i zemel'nykh resursov Priural'ya. Ural'sk, 2014. 161 s.
47. Onaev M.K. Otsenka periodichnosti zatopleniya i vosstanovleniya produktivnosti limanov. Izvestiya Orenburgskogo GAU. 2017. N 5(67). S. 91-93.
48. Akhmetov S.K. Promezhutochnyye rezul'taty issledovaniy transgranichnykh rek Kazakhstana: Ural i pr. Kigach. Borovoe, 2016. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/wat/> (data obrashcheniya: 12.09.2019).
49. Alferov I.N., Yakovenko N.V. Vodopol'zovanie v basseine reki Ural: sovremennoe sostoyanie i geoekologicheskie problemy. Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN. 2015. N 2. S. 1-9.
50. Burlibaev M.Zh., Fashchevskii B.V., Opp K., Burlibaeva D.M., Kaidarova R.K., Vagapova A.R. Nauchnye osnovy normirovaniya ekologicheskogo stoka rek Kazakhstana. Almaty, 2014. 408 s.
51. Nesterenko Yu.M. Vodnyi stok na Yuzhnom Urale v antropogenno menyayushchikhsya usloviyakh. Aktual'nye voprosy gidrologii i geoekologii: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. Perm': PGNIU, 2016. S. 99-104.

52. Levykin S.V., Nesterenko Yu.M., Yakovlev I.G., Padalko Yu.A. K razrabotke Rossiisko-Kazakhstanskoi strategii okhrany i ispol'zovaniya vodnykh resursov basseina r. Ural. Strategiya razvitiya prigranichnykh territorii: traditsii i innovatsii. Kursk: KGU, 2017. S. 418-427.
53. Magritskii D.V., Evstigneev V.M., Yumina N.M., Toropov P.A., Kenzhebaeva A.Zh., Ermakova G.S. Izmeneniya stoka v basseine r. Ural. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2018. N 1. S. 90-101.
54. Magritskii D.V., Kenzhebaeva A.Zh. Osobennosti i razмеры vliyaniya vodokhozyaistvennoi deyatel'nosti na stok r. Urala v predelakh Kazakhstana. Problemy kompleksnoi bezopasnosti Kaspiiskogo makroregiona: sb. nauch. statei. Astrakhan', 2021. S. 111-119.
55. Magritskii D.V., Efimova L.E., Goncharov A.V., Kenzhebaeva A.Zh. Osobennosti sovremennogo vodopol'zovaniya v nizhnem techenii r. Ural, ego problemy i gidroekologicheskie posledstviya. Voprosy stepovedeniya. 2022. № 1. S. 28-49.
56. Korytnyi L.M., Zherelina I.V. Mezhdunarodnye rechnye i ozernye basseiny Azii: konflikty, puti sotrudnichestva. Geografiya i prirodnye resursy. 2010. N 2. S. 11-19.
57. Frolova N.L., Samokhin M.A. Transgranichnye rechnye basseiny: edinstvo prirodnoi sistemy i politicheskaya fragmentatsiya. Rossiiskoe pogranič'e: vyzovy sosedstva. M.: IP Matushkina I.I., 2018. S. 322-357.
58. Porokh A.N. Rossiya i Kazakhstan v reshenii transgranichnykh vodnykh problem. Vestn. Volgogr. gos. un-ta. Seriya № 4. Istoriya, 2009. N 2(16). S. 25-33.
59. Sivokhip Zh.T., Vinokurov Yu.I., Krasnoyarova B.A. Transgranichnye rechnye basseiny Aziatskoi Rossii: ekologo-geograficheskie osobennosti institutsional'nogo sotrudnichestva. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra. 2013. T. 15. N 3(3). S. 954-957.
60. Sivokhip Zh.T., Chibilev A.A. Ekologo-gidrologicheskie problemy transgranichnogo basseina reki Ural i perspektivy institutsional'nogo sotrudnichestva. Geografiya i prirodnye resursy. 2014. N 1. S. 36-44.
61. Sivokhip Zh.T. Analiz normativno-pravovykh osnov i mekhanizmov institutsional'nogo sotrudnichestva v transgranichnykh rechnykh basseinakh. Vestnik VGU. 2018. N 1. S. 59-66.
62. Sivokhip Zh.T., Chibilev A.A. Transgranichnye rechnye basseiny: bazovye printsipy resheniya problem mezhgosudarstvennogo vzaimodeistviya. Geografiya i prirodnye resursy. 2022. N 3. S. 28-39.
63. Ust'ya rek Kaspiiskogo regiona: istoriya formirovaniya, sovremennye gidrologo-morfologicheskie protsessy i opasnye gidrologicheskie yavleniya. M.: GEOS, 2013. 703 s.
64. Karelin G.S. Puteshestviya G.S. Karelina po Kaspiiskomu moryu. Zapiski Imperatorskogo Russkogo Geograficheskogo Obshchestva. 1883. T. 10. 530 s.
65. Danilevskii N.Ya., Semenov I.M. Puteshestvie k ust'yu r. Emby. Vestnik Russkogo Geograficheskogo Obshchestva. 1855. Ch. 13. S. 1-7.
66. Androsova V.P. Geomorfologicheskaya rekognostsirovka v del'te r. Ural. Zemlevedenie. 1935. T. 37. N 2. S. 37-55.
67. Krasnova N.G. K voprosu o razvitii del'ty reki Ural. Uchenye zapiski Mosk. un-ta. Geografiya. 1937. Vyp. 16. S. 143-151.
68. Kokin P.P. Gidrologiya srednego i nizhnego techeniya reki Urala. Trudy Kazakhstanskogo filiala AN SSSR. Vyp. 11. Bol'shaya Emba. Materialy po vodnym resursam i transportu Uralo-Embinskoi oblasti (Zapadnyi Kazakhstan). T. 2. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1938. S. 87-152.
69. Zhukov M.M. Pliotsenovaya i chetvertichnaya istoriya severa Prikaspiiskoi vpadiny. M.: Izd-vo AN SSSR, 1945. 153 s.
70. Samoilov I.V. Ust'ya rek. M.: Izd-vo Geograficheskoi literatury, 1952. 525 s.
71. Bol'shaya Emba. Materialy po vodnym resursam i transportu Uralo-Embinskoi oblasti (Zapadnyi Kazakhstan). T. 2. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1938. 550 s.

72. Tlenbekov O.K. Sovremennoe sostoyanie del'ty r. Ural. Trudy Instituta ikhtiologii i ryb. khozyaistva AN Kaz. SSR. 1963. T. 4. S. 47-55.
73. Tlenbekov O.K. Hidrologiya ust'evoi oblasti Urala: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Alma-Ata, 1967. 21 s.
74. Tlenbekov O.K. Uroven' vody ust'evoi oblasti r. Ural i ego izmeneniya v svyazi s ponizheniem urovnya morya. Trudy GOIN. 1967. Vyp. 89. S. 52-66.
75. Tlenbekov O.K. Raspredelenie stoka vody po vodotokam i budushchee del'ty Urala. Trudy GOIN. 1967. Vyp. 89. S. 125-139.
76. Baidin S.S. Vozmozhnoe budushchee ust'evykh oblastei Tereka, Volgi i Urala. Trudy GOIN. 1976. Vyp. 129. S. 90-118.
77. Tlenbekov O.K., Shchegoleva N.N., Mukina K.N. Sovremennoe sostoyanie gidrologicheskogo rezhima ust'evoi oblasti r. Ural. Trudy KazNII. 1980. Vyp. 55. S. 3-16.
78. Skriptunov N.A., Tlenbekov O.K. Ust'evaya oblast' Urala. Kaspiiskoe more. Hidrologiya i gidrokhiymiya. M., 1986. S. 71-76.
79. Krasnozhon G.F. Problema issledovaniya ust'ev rek, beregovoi i shel'fovoi zony Kaspiya s pomoshch'yu metodov kosmicheskoi fotos'emki. Gidrofizika Severnogo Kaspiya. M.: Nauka, 1985. S. 10-24.
80. Krasnozhon G.F., Mazavina S.S. Hidrologicheskii rezhim ust'ya r. Ural. Kompleksnyye issledovaniya Severnogo Kaspiya. M.: Nauka, 1988. S. 5-41.
81. Akhmetov S.K. Vliyanie kolebaniy fonovogo urovnya morya na gidrologo-morfologicheskie protsessy v ust'evykh oblastyakh rek (na primere ust'evoi oblasti r. Ural): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Moskva, 1989. 18 s.
82. Kravtsova V.I., Myalo E.G. Izmeneniya rastitel'nosti v beregovoi zone severnogo Kaspiya pri pod'eme urovnya morya. Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 1998. N 5. S. 49-54.
83. Kravtsova V.I., Shumatiev V.V. Novye podkhody k obrabotke raznovremennykh kosmicheskikh snimkov na primere issledovaniya dinamiki del'ty Urala. Geoinformatika. 2005. N 3. S. 52-61.
84. Polonskii V.F. Problemy, metodologiya i sovremennyye metody otsenki ugrozy zatopleniya del't rek pri povyshenii urovnya morya. Ekologicheskyye sistemy i pribory. M.: Nauchtekhizdat, 2000. N 12. S. 25-32.
85. Polonskii V.F., Lupachev Yu.V., Skriptunov N.A. Hidrologo-morfologicheskie protsessy v ust'yakh rek i metody ikh rascheta (prognoza). SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 383 s.
86. Polonskii V.F., Gorelits O.V., Ostroumova L.P. Osobennosti vodnogo rezhima del't Volgi i Urala v usloviyakh povysheniya urovnya Kaspiiskogo morya. Vodnyye resursy. 1997. T. 27. N 4. S. 430-436.
87. Polonskii V.F., Ostroumova L.P. Hidrologicheskie protsessy na ust'evom uchastke reki Ural pri povyshenii urovnya Kaspiiskogo morya. Vestnik NAN Respubliki Kazakhstan. 1995. N 3. S. 11-21.
88. Polonskii V.F., Ostroumova L.P. Veroyatnostnyye otsenki urovnya vody na ust'evom uchastke r. Ural pri vzaimodeystvii ee stoka i nagonov. Vodnyye resursy. 2002. T. 29. N 5. S. 542-551.
89. Ostroumova L.P., Polonskii V.F. O vysote nagonov na ust'evom vzmor'e reki Ural. Meteorologiya i gidrologiya. 2000. N 9. S. 89-101.
90. Polonsky V.F., Kasyanov S.Y., Filippov Y.G. Joint hydrodynamic model of the delta and mouth off-shore zone of the Ural river. Proc. of the 27th congress of IAHR. Theme B. vol. 2. San Francisco, ASCE, 1997. pp. 943-948.
91. Polonsky V.F., Ostroumova L.P., Vikulov Y.G., Mulikov R.R. The threat of flooding and the problem of protection of territories in the delta of the Ural river in view of the rising of the Caspian Sea level. Proc. of the 27th Congress of IAHR, Vol. A. San Francisco: ASCE, 1997. pp. 663-669.

92. Mikhailov V.N. Ust'ya rek Rossii i sopredel'nykh stran: proshloe, nastoyashchee i budushchee. M.: GEOS, 1997. 413 s.
93. Mikhailov V.N., Kravtsova V.I., Magritskii D.V., Mikhailova M.V., Isupova M.V. Del'ty kaspiskikh rek i ikh reaktsiya na izmenenie urovnya morya. Vestnik Kaspiya. 2004. N 6. S. 60-104.
94. Mikhailov V.N., Magritskii D.V., Kravtsova V.I., Mikhailova M.V., Isupova M.V. Vozdeistvie izmenenii urovnya Kaspiiskogo morya i vodokhozyaistvennykh meropriyatii na gidrologicheskii rezhim i morfologiyu ust'ev rek. Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2011. N 2. S. 85-95.
95. Mikhailov V.N., Magritsky D.V., Kravtsova V.I., Mikhailova M.V., Isupova M.V. The Response of River Mouths to Large-Scale Variations in Sea Level and River Runoff: Case Study of Rivers Flowing into the Caspian Sea. Water Resources. 2012. vol. 39. no. 1. pp. 11-43.
96. Tabelinova A.S. Prirodnye i antropogennye protsessy v landshaftakh severo-vostochnogo Prikaspiya: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Moskva, 2019. 25 s.
97. Global'no znachimye vodno-bolotnye ugod'ya Kazakhstana (Del'ta reki Ural i prilgayushchee poberezh'e Kaspiiskogo morya). Astana, 2007. 264 s.
98. Atlas Atyrauskoi oblasti. Almaty, 2014. 300 s.
99. Natsional'nyi atlas Respubliki Kazakhstan. T. I: Prirodnye usloviya i resursy. Almaty, 2010. 150 s.
100. Natsional'nyi atlas Respubliki Kazakhstan. T. III: Okruzhayushchaya sreda i ekologiya. Almaty, 2010. 160 s.
101. Gal'perin R.I. Prostranstvenno-vremennye zakonomernosti vodnogo i ledovogo rezhima rek Kazakhstana: avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk. Almaty, 1995. 42 s.
102. Gal'perin R.I., Kolcha T.V., Avezova A. Reka Zhaiyk (Ural): ugroza navodnenii v nizhnem techenii v sovremennykh usloviyakh. Voprosy geografii i geoekologii. 2012. N 3. S. 21-26.
103. Davletgaliev S.K. Poverkhnostnye vodnye resursy rek Zhaiyk – Kaspiiskogo basseina v granitsakh Respubliki Kazakhstan. Gidrometeorologiya i ekologiya. 2011. N 1. S. 56-65.
104. Ivkina N.I. Izmenenie pritoka v Kaspiiskoe more v rezul'tate antropogennogo vozdeistviya i izmeneniya klimata na primere r. Zhaiyk (Ural). Gidrometeorologiya i ekologiya. 2016. N 3. S. 50-55.

Сведения об авторах:

Дмитрий Владимирович Магрицкий

К.г.н., доцент, старший научный сотрудник, МГУ им. М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0002-4953-8376

Dmitriy Magritskiy

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Lomonosov Moscow State

University

Айымгуль Жолдасбайкызы Кенжебаева

Главный специалист, РГП «Госградкадастр»

ORCID 0000-0003-0166-1209

Aiyngul Kenzhebayeva

Chief Specialist, RSE «Gosgradkadastr»

Жанна Тарасовна Сивохип

К.г.н., ведущий научный сотрудник, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0001-5704-0554

Zhanna Sivohip

Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, Institute of Steppe of the Ural

Branch of the Russian Academy of Sciences

Владимир Михайлович Павлейчик

К.г.н., ведущий научный сотрудник, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-2846-0442

Vladimir Pavleichik

Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, Institute of Steppe of the Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Магрицкий Д.В., Кенжебаева А.Ж., Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX в. – начале XXI в. Часть 2. Трансграничное водопользование и водный режим устья Урала // Вопросы степеведения. 2023. № 2. С. 17-42. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-2-17-42