

1
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Оренбургская область
Саракташский район
Валиева Ж.А.



2023

УЧРЕДИТЕЛЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© Ю.М. Нестеренко, Н.В. Соломатин 2023

УДК 502.51:556.535 (470)

Ю.М. Нестеренко, Н.В. Соломатин

РЕЖИМ СТОКА РЕКИ УРАЛ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОЦИУМ И ПРИРОДУ

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

В работе представлен анализ состояния водных ресурсов вододефицитного Южного Урала и особенностей их влияния на компоненты природы в естественных и антропогенно измененных условиях с целью разработки научных основ эффективного использования водных ресурсов в бассейне реки Урал. Обосновано влияние уровня обеспеченности водными на формирование биоресурсов, социума и экономики. Представлены аргументы в пользу необходимости увеличения строительства водохранилищ в его бассейне. Предлагаемые пути повышения эффективности использования водных ресурсов позволят повысить биопродуктивность и биоразнообразие биоценозов и улучшить природные условия жизни населения и его хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: водные ресурсы, русловые процессы, биоресурсы, социум и экономика в бассейнах рек.

Yu.M. Nesterenko, N.V. Solomatin

THE FLOW REGIME OF THE URAL RIVER AND ITS IMPACT ON SOCIETY AND NATURE

Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

The paper presents an analysis of the state of water resources in the water-deficient South Urals and the features of their influence on the components of nature in natural and anthropogenically modified conditions in order to develop scientific foundations for the efficient use of water resources in the Ural River basin. The influence of the level of water supply on the formation of bioresources, society and the economy is substantiated. Arguments are presented in favor of the need to increase the construction of reservoirs in its basin. The proposed ways to improve the efficiency of water resources use will increase the bioproductivity and biodiversity of biocenoses and improve the natural conditions for the life of the population and its economic activities.

Keywords: water resources, riverbed processes, bioresources, society and economy in river basins.

Введение

Речные системы, реки и их водосборы специфичны по природным условиям и антропогенным на них воздействиям. Река Урал и его водосбор расположены в лесостепной, степной и полупустынной зонах с большим разнообразием геологии и рельефа, интенсивным специфичным антропогенным воздействием. Особенности речных бассейнов обуславливают необходимость адресных решений по их оптимизации в интересах природы и человека.

Водный сток р. Урал и хозяйственная деятельность на его водосборе существенно отличаются от других рек России. У него свои проблемы и свои способы их решения. Важнейшей и главной проблемой его водного стока является большая неравномерность по годам и сезонам. Велики антропогенные изменения в формировании водного стока на водосборе. Без их учета мероприятия по решению экологических проблем не дадут желаемого результата. Изменения в режиме стока р. Урал обуславливают соответствующие изменения в его русле и пойме с положительными и отрицательными последствиями.

Река Урал и его водосбор – комплексная система живой и не живой материи, находящаяся в эволюционном развитии совместно с непрерывно меняющимся климатом, погодой и всей Природой Земли с участием и без участия деятельности человека как ее эволюционно сформировавшейся части. Природа тысячелетия развивается с участием человека как природного вида. Он, как все прочее, живое и не живое, взаимодействует с ней, вольно или не вольно корректирует процесс развития природы на малых или больших территориях. Процесс развития природы, ее эволюции непрерывен. Его нельзя остановить. Что-то отмирает, а что-то появляется на его месте. Нельзя вернуть прошлое, все эволюционно изменяется, основываясь на прошлом. Еще в V веке до н.э. Гераклит Эфесский сказал, что нельзя дважды войти в одну и ту же реку, вас будут омывать все новые и новые воды. И это еще никому не удалось опровергнуть. Поэтому реабилитация, сохранение и восстановление р. Урал и её экосистем в каком-то уходящем состоянии теоретически и практически невозможны.

В регионах интенсивного хозяйствования безвозвратно сформировалась иная, отличная от естественной, окружающая среда. Поэтому в них под понятиями «охрана природы», «охрана окружающей среды» следует понимать не сохранение настоящего или восстановление чего-то безвозвратно прошлого, а разработка и применение экологически безопасной высокоэффективной системы природопользования, при которой обеспечивается гармоничное эволюционное развитие природы, увеличение ее биологической продуктивности и биоразнообразия, с участием человека и с учетом его интересов на принципе симбиоза. На этом принципе следует организовывать использование гидросферы, атмосферы и геологической среды, обеспечивая их состояние, благоприятное для развития всей природной системы и человека, как ее части.

Наряду с усилением охраны природы необходимы исследования и использование в практической деятельности системы «природа-человек», создаваемой на принципах обеспечения совместного их развития. На этой основе увеличивать хозяйственную емкость и адаптацию природы (биоты, почвы, гидро- и геосферы) к потребностям человека, увеличивать биопродуктивность природы.

Особенности стока реки Урал и их влияние на природу бассейна

Для бассейна р. Урал характерна неравномерность стока как в многолетнем режиме, так и в течение года. В соответствии с законом Ю. Либиха об ограничивающей роли фактора, находящегося в минимуме, меженное маловодье, ограничивает биопродуктивность водных экосистем, начавших формироваться в условиях половодий. Количество бентоса и планктона в реках на протяжении года сильно меняется, падая до минимума зимой и во время половодья вследствие разбавления талыми водами, почти не содержащими каких-либо организмов, за исключением бактерий. От весны к лету их количество вследствие размножения возрастает, испытывая вместе с тем заметные колебания при изменениях уровня воды [1, 2].

Сезонное маловодье сокращает площади с водной растительностью и донного ила, содержащего бентос, уничтожается кормовая база ихтиофауны и другой водной живности. Количество ихтиофауны и ее видовой состав определяется меженным объемом воды, а не средними и краткосрочными паводковыми.

Паводки не способствуют развитию ихтиофауны, ее нересту. Весенний паводок р. Урал начинается в середине апреля и продолжается до 10 мая. Больше всего нерест рыбы зависит от температуры воды. Температура воды в реке в паводок по данным гидрометслужбы находится в пределах 5-10°C с большими колебаниями во времени, что ниже оптимального режима температур для нереста многих видов рыб.

Отличительной особенностью половодий в бассейне р. Урал, длящихся около месяца, является быстрая смена температуры и мутности воды, объемов, уровня и скоростей ее течения. Быстрая смена условий обитания живых организмов затрудняет их адаптацию все к новым и новым условиям, и они в стрессовой ситуации замедляют развитие и во множестве погибают, изменяется видовой состав. Количество и видовой состав бентоса в реке начинают восстанавливаться после зимнего анабиоза с повышением температуры после

паводка и стабилизации водного стока в межень [3-5].

До строительства Ириклинского водохранилища сток р. Урал в районе г. Оренбурга в августе-декабре был на уровне $10 \text{ м}^3/\text{с}$ и менее. При его ширине в среднем около 100 м и скорости течения воды $0,5 \text{ м}/\text{с}$ при таком расходе глубина реки в среднем равна 20 см. В ямах, заводях и понижениях дна перед перекатами она увеличивается до метра и более с соответствующим уменьшением скорости течения.

Ириклинское водохранилище многолетнего регулирования емкостью более 3-х км^3 сбрасывает в межень в среднем около $1,5 \text{ км}^3$, равный годовому притоку в него, что увеличивает расход в реке Урал до $30\text{-}35 \text{ м}^3/\text{с}$. Такой расход воды увеличивает среднюю глубину до 60-70 см. По исследованиям Д.К. Кожаевой, С.Ч. Казанчева и Д.В. Жантеголова только при большой глубине водоёмов и, следовательно, больших объемах воды в расчёте на 1 га площади водоёма будет больше и валовое количество содержащихся в воде кислорода, биогенных веществ и пищевых организмов [6]. Результаты их исследования свидетельствуют, что при прочих равных условиях гидробиологическая продукция на единицу площади пруда была тем выше, чем больший объём воды приходился на неё. Высокая продукция отмечена при глубине не менее 2,5-3 м, следовательно, средняя глубина р. Урал в районе г. Оренбурга в межень 60-70 см мала для функционирования продуктивной ихтиофауны, что подтверждается малым ее количеством в нем и его притоках.

У каждого вида рыбы собственные, благоприятно влияющие на нерест пределы температуры. Если температура воды выходит за эти пределы, нереста может вообще не быть или он происходит частично. Как икринки, так и молодь рыбы, которая выводится из них, очень чувствительны к теплу и холоду. От резкой смены температуры может погибнуть икра рыбы. Из этого следует, что у большинства рыб нерест проходит в свой нерестовый сезон, когда температура воды способствует их размножению. Нерест у большинства нашей пресноводной рыбы проходит с весны до начала лета. Рано весной, обычно с середины до конца апреля, начинает нереститься щука. После паводка, с середины до конца мая нерестятся окунь и язь, с конца мая до начала июля – лещ, плотва и судак. В конце весны и в начале лета мечут икру карп, густера, карась, линь и другая рыба. Следовательно, паводки с бурным течением мутной воды р. Урал не способствуют размножению речной рыбы. Ее размножение идет в маловодный период и ограничивается малыми объемами воды [7-9].

Весенний паводок. Бытует мнение о том, что весеннее половодье на р. Урале и её притоках является единственным универсальным фактором очистки русла от илистых наносов, удаления древесных завалов, не рассматривая их роли в речных биоценозах, относя, по-видимому, к негативным компонентам и не эстетично воспринимаемых. Но без илистых наносов, как отмечено выше, прекратится формирование растительных водных биоценозов и фитобентоса, заселяющих их и увеличивающих мощность отложений ила. Ил в реке служит основным местом обитания бентоса (совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов.), являющегося важнейшим и необходимым кормом для многих речных рыб и другой живности. Бентос рек резко обедняется в паводковое время, когда при высокой скорости течения воды из грунта вымываются и сносятся вниз по течению высшие раки, олигохеты, ручейники, поденки, личинки двукрылых и многие другие организмы. В наибольшей степени обедняется после паводка население заиленных грунтов, да и сами эти грунты смываются почти нацело. После прохождения паводка по мере падения скорости течения, стабилизации грунтов и их заиления бентос постепенно обогащается. Наиболее богат он в предпаводковое время [10].

Не эстетично воспринимаемые упавшие в реку деревья и кустарники и их завалы наиболее заселены водной и надводной живностью, образуя собой замкнутый продуктивный биоценоз. Здесь прячется премудрый пескарь и другая речная живность от хищников, да и сами хищники охотятся. Следовательно, удаление илистых наносов, упавшей в реку древесной растительности и завалов из них разрушает сформировавшиеся благодаря им биоценозы, уменьшая биопродуктивность реки. Без упавшей в реку растительности, отложений ила и растительности на ней уменьшится очищающая способность водотока, увеличится скорость течения воды в реке с уменьшением его живого сечения, превращая ее в сточную канаву с соответствующим сокращением общей биопродуктивности. Нужно сохранять их, удаляя точечно в случае антропогенной необходимости. Перемещаемые паводками реки древесная растительность, донные отложения и техногенный мусор отлагаются на ближайших временно затапливаемых пологих склонах поймы, загрязняя ее. На фото 1 и 2 показаны загрязнения поймы реки Каргалки, притока Урала, принесенными паводком 2011 года.



1 2
Фото 1. Древесина в пойме (1) и перед мостом (2) р. Каргалки, занесенная паводком 2011 года.



1 2
Фото 2. Занесенный бытовой мусор (1) и заиление пастбища (2) в пойме р. Каргалки во время паводка 2011 года.

Возникают вопросы – что лучше? Наличие в реке древесных остатков и ила в реке как частей ее биогеосистемы или загрязнение ими поймы? Что делать с плавающим в реке бытовым мусором, где его утилизировать?

Дно, русло, берега – самые динамично изменяемые естественными природными процессами элементы речной системы, в том числе движением воды, ее волнами, плывущими в водотоке льдинами и другими предметами. Водоток меандрирует под влиянием денудации [11], тектонических процессов, силы Кориолиса, препятствий на пути движения водотока, турбулентности течения, поперечной циркуляции потока, смещения оси движения воды и прочих причин. Меандрирующий поток характеризуется асимметрией русла и меняющейся скоростью течения. По геологическим исследованиям древние русла р. Урал обнаруживаются в нескольких километрах от современного его положения. Природные процессы изменения русла, дна и берегов реки нельзя

относить только к негативным факторам для речной экосистемы. Их разрушения и переотложения увеличивают количество ила и доступность питательных веществ для живых организмов реки.

Паводок степных рек – краткосрочный, но значимый период в жизни населенных пунктов, расположенных возле неё. При выборе места под них у первых поселенцев решался сложный вопрос – что лучше: близость к реке в течение года, более плодородные земли ее долины на приусадебных участках, соседство с лесной растительностью, не глубокое и доступное залегание подземных вод, более благоприятный микроклимат понижений рельефа пойменных территорий с периодическим затоплением в высокие паводки, или суходольные возвышенности, обдуваемые жаркими степными суховеями, лишенные преимуществ расположения поселения вблизи реки? В основном в степной зоне исторически, иногда со сменой первоначально выбранного места, поселения располагаются вблизи реки, часто с затоплением высокими паводками некоторых их частей. Затопления паводками причиняют ущерб строениям, создают неудобства для жителей и производства, возможна гибель людей, животных, посевов и другой растительности.

На р. Урал периодически наблюдались высокие паводки. Сильное наводнение случилось в г. Оренбурге весной 1887 года. Как отмечал корреспондент газеты «Оренбургский листок», «река Урал вскрылась 1 апреля (13 апреля по н. с.) в полдень. При ломке льда вода стояла уже выше низменных берегов, вследствие чего льдины разнесло по луговым местам и повредило много деревьев в роще. Лед со Старицы за р. Уралом всей массой понесло враз и навалило на деревья, которые со страшным треском изломались. Роща и луга залиты водой. Потоплены также разливом самовольный татарский городок за мостом через р. Урал и часть старой слободки. Жители самовольного городка понесли убытки, а бедные – разорение; но в своей беде они виноваты сами.хлопот для полицейских чинов много».

В последующих номерах газеты «Оренбургский листок» более подробно освещалось произошедшее событие: «Главный прилив вод случился 4 апреля (16 апреля по н. с.) и в ночь против 5 апреля на первый день св. Пасхи. Картина вышла потрясающая. Гул колоколов на пасхальную заутреню смешивался с отчаянными криками о помощи слобожан, захваченных водою; темноту ночи прорезывали мерцающие на воде огни у спасавшихся и в окнах церквей и домов горожан; шум все более и более прибывавшей воды и треск

изломанных напором льда деревьев в роще довершали мрачную картину стихийного бедствия. Наступил и рассвет; но целого дня недостаточно было для перевозки жителей из затопленных улиц, и много народа осталось жить на чердаках домов. О спасении скота нельзя было думать, и его много погибло, равно, как много унесено телег, бревен и домашней утвари. Бедствие вышло полное, и оно тянется уже 7 дней. Основными пострадавшими стали жители «приречных частей города» за Уралом и по Банному протоку, в Старой слободке. Затоплены были также надворные постройки в Форштадте. Всего же домов, затопленных водою, насчитывалось свыше 800. Многие из них были разрушены. Для помощи пострадавшим Оренбургский губернатор Н.А. Маслоковец уже 7 апреля (19 апреля по н.с.) созвал в Общественном собрании «всех желающих откликнуться на нужды потерпевших от наводнения». «Благотворители» в тот же день собрали более 1000 рублей. В дальнейшем сбор средств продолжился».

До создания Ириклинского водохранилища случалось, что во время паводка затапливались многие города, в том числе, такие крупные, как Оренбург, Орск, Уральск и др. Одно из самых страшных наводнений в истории г. Оренбурга случилось весной 1922 г. (фото 3). «Группы несло по улицам...».



Фото 3. Наводнение в г. Оренбурге в 1922 г. История самых крупных наводнений: когда Оренбург был похож на Венецию.

Весной 1942 г. на Урале произошло самое высокое половодье за все время регулярных наблюдений с 1927 г. Вода доходила до 945 см над нулём графика Уральского водомерного поста (фото 4). [Источник: <https://berdskasloboda.ru/navodnenie1942/>]. Почти весь город Орск оказывался под водой (фото 4).



Фото 4. Город Орск в паводок 1942 года. orskmuseum.ru

Главная особенность тех паводков – резкий подъем воды. В городе Уральске было сильное наводнение в 1942 г. (фото 5.1) и 1957 г. (фото 5.2), когда по описанию Александра Суетина, прилегающую к р. Урал часть Куреней вместе с Михайло-Архангельским собором могло сорвать в р. Урал.



1



2

Фото 5. Наводнение в г. Уральске в 1942 г. (1) [гиперссылка на ibirzha.kz] и 1957 г. (2) (автор: Александр Суетин, фото Михаила Никитина).

В 1957 г. максимум весеннего паводка оказался «скромнее» – всего-то 932 см, но бед он натворил едва ли не больше. В г. Орске он подтопил центр города (фото 6).



Фото 6. Город Орск. Крупнейшее наводнение в 1957 году.

Наивысший рассвет весеннего половодья в Оренбурге пришёлся на 21 апреля 1957 года; он равнялся 907 см, о чем написала ведущий научный сотрудник отдела ИиПД Оренбургского областного архива Елена Косцова в статье, размещённой в газете «Вечерний Оренбург» (19 марта 2014). Было затоплено 11 школ, 9 больниц и поликлиник, 9 детсадов, 4 бани, 9 культурных учреждений, 14 промышленных предприятий, 85 магазинов, 7466 домов (фото 6-8).



1

2

3

Фото 6. Паводок 1957 года в г. Оренбурге: спуск к р. Урал (1), Набережная р. Урал (2) и вид с р.Урал на город (3) [онлайн: smartik.ru]

После наводнений 1957 г. (932 см), 1970 г. (807 см) и 1971 г. (757 см) на р. Урал наступил маловодный период. Затем большие паводки случались в городах Орск и Оренбург в 1970 (807 см), 1971 (757 см), 1985 (920 см), 1993 (970 см), 1994 (974 см), 2000 (928 см) и в 2017 годах (фото 7).

Статистический анализ паводков р. Урал в г. Оренбурге показывает, что высокие паводки более 6 метров наблюдаются в среднем один раз в 4 года, а максимальные, более 9 метров, один раз за 10 лет. Анализ минимальных паводков менее 3 метров показывает их вероятность также один раз в 4 года, и их минимальный уровень менее 1,5 метра один раз в 10 лет.

В меженный период, длящийся более 10 месяцев, количество воды и ее уровень в р. Урал и его притоках после паводка стремительно уменьшается,

что не менее критично для природы, населения и его деятельности, чем высокие паводки.



Фото 7. Г. Орск в паводок 1994 г. (1) и г. Оренбург в паводок 2017 г. (2).

Сток воды в районе г. Оренбурга, как отмечено выше, до строительства Ириклинского водохранилища, в августе-декабре был на уровне 10 м³/с и менее. После его строительства он увеличился до 30-35 м³/с. Малые объемы воды и мелководья ухудшают условия, ограничивают развитие водных биоценозов и их продуктивность. Полноводные реки в половодье с многометровой глубиной становятся мелководными, умирающими, зарастая ряской (фото 8).



Фото 16. Река Урал в Оренбурге в районе городского пляжа в августе при малых глубинах зарастает ряской.

Меженный сток. В межень р. Урал и её притоки питаются в основном подземными водами, которые срабатываясь, понижают свой уровень и делаются не доступными для растительности в верхней части поймы и на террасах реки. Не регулярное по высоте и по годам их затопление паводками создает быстро меняющиеся условия формирования на них биогеоценозов из многолетних видов, имеющих продолжительные периоды и приспособленные к определенному режиму обеспечения влагой. В годы высоких паводков

создаются условия для формирования биоценозов, требовательных к влаге. С наступлением периодов малых паводков значительная их часть погибает, постепенно заменяясь менее нуждающимися в ней видами с уменьшением общей продуктивности. В очередной период высоких паводков начинается обратный процесс смены менее требовательных биоценозов на требовательные к влаге с уменьшением их суммарной продуктивности. Следовательно, высокие паводки не способствуют устойчивому биоразнообразию и увеличению биопродуктивности.

Водохранилища. Анализ режима водного стока р. Урал по годам и сезонам года, его влияние на рассмотренные выше русловые процессы, водные и пойменные биоценозы, ихтиофауну, экологию, социум и хозяйственную деятельность человека выявил негативное воздействие на всю систему человек-природа больших, быстро меняющихся во времени, объемов стока от нескольких кубометров до тысяч кубометров в секунду и глубин реке от десятков сантиметров до нескольких метров. Сложилась обстановка, при которой совместное бытие человека и природы в пойме р. Урал ниже створа Ириклинского водохранилища затормозилось нестабильностью его стока. Не увеличивается малая биопродуктивность нестабильной природной системы и сохраняется дискомфортность социума и хозяйственной деятельности человека. Плотность населения в расчете на площадь значительно меньше, чем в соседних более стабильно обеспеченных водными ресурсами [12-14].

В одинаковом климате с большими и стабильными водными ресурсами Волгоградская и Саратовская области имеют в 1,5 раза большую плотность населения с более крупными городами, чем в Оренбуржье, и меньший отток населения.

Ириклинское водохранилище повысило стабильность и обеспеченность водными ресурсами Новоорского района Оренбургской области. Оно снабдило его в 30 раз большей обеспеченностью ими в сравнении с соседним Домбаровским районом. Как результат, в Новоорском районе, по данным Оренбургстата, плотность населения в 2,4 раза больше, а убыль населения в 20 раз меньше, чем в Домбаровском районе, на фоне увеличения продолжительности жизни. Инвестиции в основной капитал в расчете на человека в Новоорском районе также в 2,4 раза больше, чем в маловодном Домбаровском районе.

Анализ влияния обеспеченности водными ресурсами на экономическое

и социальное развитие районов Оренбургской области показывает ведущую его роль в долгосрочном развитии. Высокие количественные и особенно качественные показатели развития территорий обеспечиваются не только удовлетворением водой бытовых нужд населения (по нормам 300-400 л/чел. в сутки) и обеспечением технологических потребностей производства, но и существенно большими их объемами для обеспечения комфортной жизни и возможностей создания водоемких производств. Большие города и населенные пункты располагаются в основном возле большой воды с большими акваториями водной поверхности. Рост многих населенных пунктов Оренбуржья ограничен малой обеспеченностью водными ресурсами. Они страдают в меженный период от маловодья, а в весенние паводки – от ее избытка. Нужно накопление талых вод в водохранилищах в районах перспективных населенных пунктов. Они станут центрами притяжения населения из мало-перспективных поселений. В растущих поселениях рентабельно создавать высоко технологичное производство и социокультурную базу для комфортной жизни населения. В сельской местности это могут быть агрогородки.

Без повышения эффективности использования водных ресурсов в природной системе бассейна р. Урал, в основном сбрасываемых в паводки без предварительного использования, проблематично гармоничное развитие его природы и улучшение жизнеобитания населения.

Негативные воздействия нестабильности водного стока уменьшаются или устраняются строительством водохранилищ и прудов.

Первые водохранилища были созданы в Древнем Египте с целью освоения земель в долине реки Нил (более 3000 лет до н. э.). В России первые водохранилища появились в период 1701-1709 гг. при строительстве Вышневолоцкой водной системы, соединившей Волгу с Балтийским морем. В 1704 г. было построено Алапаевское водохранилище (на среднем Урале) для обеспечения водой и механической энергией завода. Водоохранилище Сестрорецкий Разлив было образовано в 1721 г. [15].

Создание водохранилищ существенно изменяет ландшафт речных долин. Регулирование ими стока преобразует естественный гидрологический режим реки в пределах подпора. Изменения гидрологического режима, вызываемые созданием *водохранилищ*, происходят также и в нижнем бьефе гидроузлов, иногда на протяжении десятков и даже сотен километров. Особое значение имеет уменьшение половодий и скорости течения воды в обра-

зованных ими водохранилищах и прудах. В результате регулируемых из них попусков воды увеличивается водность реки в межень. Гидробиологический режим водохранилищ и ниже расположенной части реки существенно отличается от естественного ее режима. В водохранилищах с увеличением глубины интенсивнее образуется биомасса, меняется видовой состав и продуктивность флоры и ихтиофауны.

Преимущества зарегулированных рек в сравнении с реками без регулирующих сток гидротехнических сооружений подтверждается увеличением числа водохранилищ. До 1900 г. в мире было 41 водохранилище объемом более 0,1 км³. За 100 лет их количество увеличилось до 2836, а суммарный объем – с 13,8 км³ до 6384,5 км³ (табл. 1), соответственно в 70 и 460 раз. Средние объемы водохранилищ за столетие увеличились в 6,6 раза с 0,34 км³ до 2,25 км³.

Таблица 1

**Количество водохранилищ и их объёмы
в странах с наибольшим гидротехническим строительством**

Государство	Годы							Итого
	до 1900	1901–50	1951–60	1961–70	1971–80	1981–90	после 1990	
Россия	$\frac{3}{2,2}$	$\frac{27}{50,8}$	$\frac{29}{222,9}$	$\frac{21}{357,8}$	$\frac{20}{193,9}$	$\frac{4}{11,2}$	–	$\frac{104}{838,8}$
США	$\frac{22}{8,4}$	$\frac{286}{264,6}$	$\frac{127}{112,6}$	$\frac{172}{210,7}$	$\frac{80}{88,9}$	$\frac{14}{14,5}$	$\frac{1}{0,9}$	$\frac{702}{700,6}$
Канада	–	$\frac{52}{77,9}$	$\frac{43}{122,1}$	$\frac{27}{280,4}$	$\frac{23}{232,7}$	$\frac{5}{145,7}$	$\frac{4}{17,5}$	$\frac{154}{876,3}$
КНР	–	–	$\frac{84}{118,4}$	$\frac{83}{72,1}$	$\frac{66}{58,2}$	$\frac{22}{50,5}$	$\frac{10}{45,9}$	$\frac{265}{344,6}$
Индия	$\frac{4}{1,4}$	$\frac{24}{11,5}$	$\frac{34}{32,3}$	$\frac{48}{60,5}$	$\frac{72}{73,1}$	$\frac{29}{64,6}$	$\frac{1}{4,4}$	$\frac{212}{247,8}$
Мексика	$\frac{1}{0,1}$	$\frac{17}{17,9}$	$\frac{8}{19,6}$	$\frac{17}{43,1}$	$\frac{10}{17,9}$	$\frac{15}{16,8}$	$\frac{2}{16,2}$	$\frac{70}{131,6}$
Бразилия	–	$\frac{11}{9,9}$	$\frac{19}{30,8}$	$\frac{24}{63,8}$	$\frac{38}{150,9}$	$\frac{15}{152,2}$	$\frac{2}{33,0}$	$\frac{109}{440,6}$
Всего в мире	$\frac{41}{13,8}$	$\frac{540}{518,7}$	$\frac{524}{1153,0}$	$\frac{699}{1840,2}$	$\frac{601}{1394,3}$	$\frac{363}{959,3}$	$\frac{68}{505,2}$	$\frac{2836}{6384,5}$

Примечания. 1. Над чертой – число водохранилищ с полным объемом > 0,1 км³, под чертой – общий объём, км³. 2. Авторы таблицы – А. Б. Авакян, С. П. Яковлева (1999).

За рубежом наибольшее количество водохранилищ построено в США, Индии, Бразилии, Испании, Мексике, Канаде, Австралии, Японии. В Северной Америке крупных водохранилищ – 887 (из них в США - 702), в Азии – 647 (из них в Индии – 212, Китае – 265). Многие реки превращены в каскад

водохранилищ. На территории бывшего СССР было построено 237 крупных водохранилищ, в том числе самое крупное в мире по объему воды долинное водохранилище – Братское (объем 169 км³) и второе в мире по площади зеркала – Куйбышевское (5900 км²), суммарный объем водохранилищ составлял 850 км³, что приблизительно равнялось стоку всех рек страны в межень [15-17]. Многие реки России имеют полностью зарегулированный сток и превратились в каскады водохранилищ. Зарегулированность бассейна Волги достигает 0,89 [18, 19].

В бассейне р. Урал водохранилища построены в основном в её верховье с общим водосбором до створа плотины Ириклинского водохранилища 36900 км², что составляет 15,9% от всей площади водосбора реки. В этой группе выделяются Магнитогорское водохранилище объемом 189 млн м³, Верхнеуральское – объемом 601 млн м³, Ириклинское – объемом 3260 млн м³ и большая группа водохранилищ на реке Таналык с суммарным объемом 119 млн м³ (рис. 1).

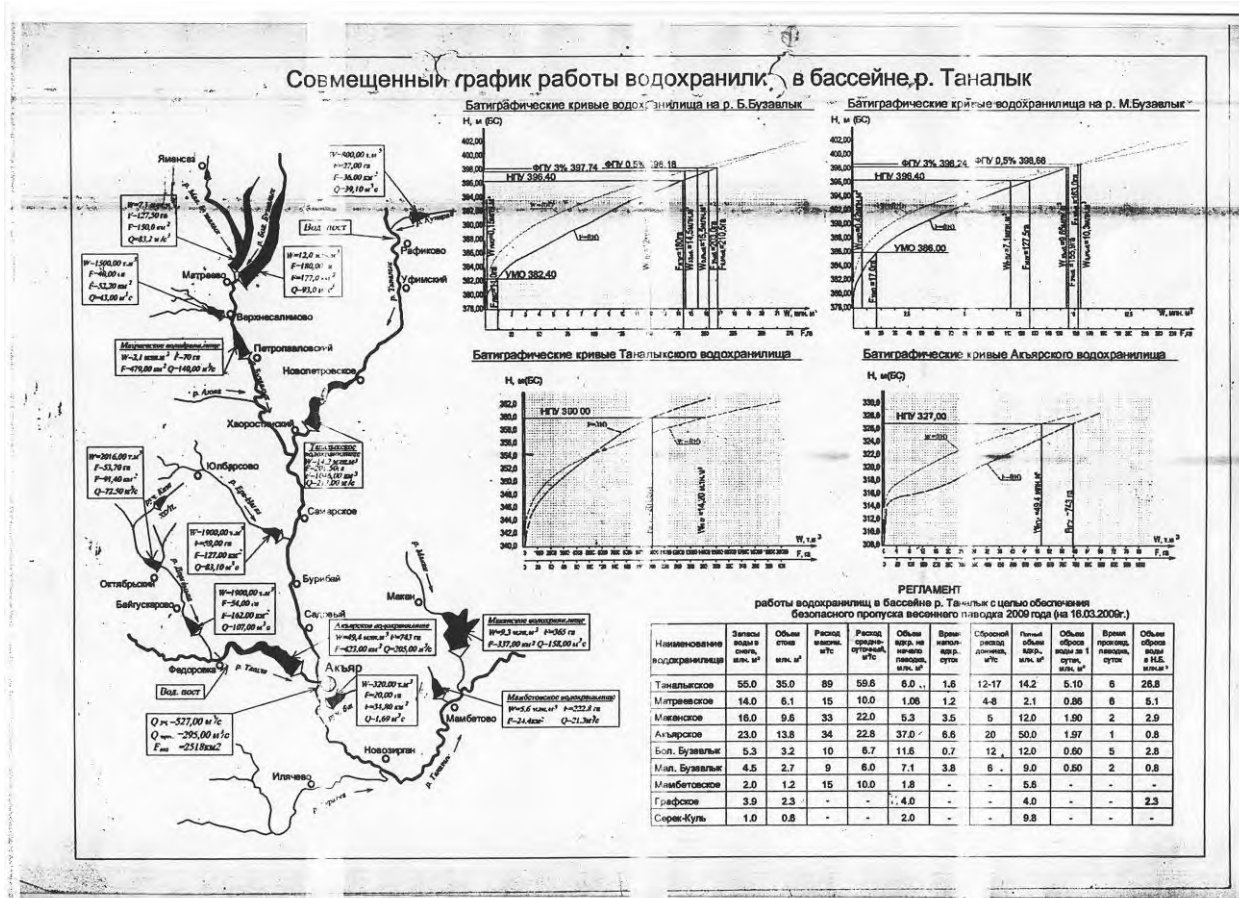


Рисунок 1. Водоохранилища в бассейне реки Таналык, впадающей в Ириклинское водохранилище, и регламент их работы.

Средний сток Урала в створе плотины Ириклинского водохранилища $44 \text{ м}^3/\text{с} = 1387584000 \text{ м}^3/\text{год} = 1,39 \text{ км}^3/\text{год}$, а коэффициент зарегулированности реки $4,16/1,39 = 3,0$. Площадь водосбора р. Урал в российской части 124,9 тыс. км², в Казахстане – 103,7 тыс. км². Весь водосбор 231 тыс. км². Объем водохранилищ в бассейне Урала в Оренбургской области 3595 млн м³, в том числе Ириклинское водохранилище объемом 3260 млн м³ с водосбором 36900 км². Ниже ее створа в бассейне реки в пределах Оренбургской области на площади 77,5 км² суммарный объем водохранилищ и прудов 335 млн м³. Годовой сток р. Урал на границе с Республикой Казахстан 8,5 км³/год, в том числе без стока реки Илек, сток которой формируется в основном за пределами Оренбургской области, 7,26 км³/год. Следовательно, коэффициент зарегулирования речного стока в бассейне реки Урала в Оренбуржье ниже Ириклинского водохранилища $0,335 \text{ км}^3/7,26 \text{ км}^3 = 0,046$.

На Южном Урале в Республике Башкортостан интенсивно строятся водохранилища и пруды. В настоящее время в ней эксплуатируется 443 рукотворных водных объектов, из них 119 водохранилищ имеют объем более 1,0 млн м³ [20]. Интенсивно строятся водохранилища в степной юго-восточной части этой республики на реке Таналык. На рисунке 1 показано размещение водохранилищ в бассейне р. Таналык, впадающей в Ириклинское водохранилище и регламент их работы. Не зарегулированная степная р. Таналык полноводна весной, а к осени практически пересыхает [21]. Ее длина 225 км, площадь водосбора 4160 км², густота речной сети 0,24 км/км², модуль годового стока 2,0 л/с км². Ширина реки варьирует от 2 м до 35 м, глубина – 0,5-2,0 м. Скорость течения 0,1-0,2 м/с. Средний расход воды на 59 км от устья – 2,96 м³/с и годовой сток 0,093 км³/год. На реке построена большая группа водохранилищ с суммарным объёмом 119 млн м³ (рис. 1), зарегулировавших реку до коэффициента 1,28 (0,1187/0,093). С созданием водохранилищ увеличился объем воды в бассейне реки, улучшился режим стока, ликвидирован дефицит воды в меженный период, развивается рыбоводство, горнодобывающая и сельскохозяйственная отрасли. Возводятся новые социально значимые объекты, способствующие улучшению качества жизни, увеличивается численность населения.

Крупные водохранилища имеют комплексное, многоцелевое назначение и осуществляют многолетнее регулирование стока. Малые водохранилища и пруды используются для сезонного регулирования, а также для обес-

печения водой населения и отдельных отраслей экономики. Анализ характеристик водотоков с различным уровнем зарегулирования показывает экологические, социальные и экономические преимущества зарегулированных водотоков над не зарегулированными, что подтверждается мировой и российской практикой (табл. 1).

Зарегулированность бассейна Волги 0,89, верховий р. Урал – 3, а ниже створа Ириклинского водохранилища – 0,046. Разный уровень зарегулирования рек и их частей обуславливает соответствующие комплексы работ по обеспечению оптимального их режима стока и качества воды для природы, социума и экономики. В водотоках с уровнем зарегулирования, обеспечивающих развитие водных и пойменных биосистем, а также потребностей человека, важна работа по обеспечению необходимого для них качества воды. В системе водохранилищ р. Волга ниже расположенное водохранилище подпирает выше расположенное, заменяя ее естественный сток движением воды в водохранилищах и регулированием попуска воды в ниже расположенное водохранилище. В связи с увеличением техногенного загрязнения Волги и ее притоков емкости ее водохранилищ стали не достаточными для их нейтрализации природной системой самоочищения. В связи с этим была разработана ИВП РАН программа «Сохранение и восстановление реки Волги», направленная на улучшение экологического состояния реки и её притоков, сокращение объемов загрязненных сточных вод, ликвидации наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда, обеспечение сохранения биоразнообразия. Цель проекта: сокращение сброса неочищенных сточных вод в количестве 2,8 км³/год, расчистка 330 км участков и экологической реабилитации 38 водных объектов в Астраханской и Волгоградской областях, расчистка и дноуглубление 281 км рыбоходных каналов, 175 км мелиоративных каналов, строительство и реконструкция 105 водопропускных сооружений, ликвидация 63 объектов экологического вреда, поднятие и утилизация 95 затонувших судов в акватории р. Волга. В связи с полной зарегулированностью Волги в проекте нет предложений по строительству новых водохранилищ.

Рассматривая проблемы бассейна р. Урал и пути их решения, необходимо учитывать большую зарегулированность его верховий с суммарным объемом водохранилищ в 3 раза большим, чем средний годовой сток зарегулированной части реки, и малую зарегулированность ниже расположенной его части с коэффициентом зарегулирования водосбора водохранилищами 0,046.

В разрабатываемом ИВП РАН проекте «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)» для его верховья можно рекомендовать мероприятия, аналогичные предложенным в программе «Сохранение и восстановление реки Волги». Для ниже расположенной части Урала и его притоков, в которых основной причиной его экологических бедствий являются разрушительные половодья и катастрофично малый водный сток в межень, требуется увеличение зарегулированности стока. Многие имеющиеся экологические проблемы Урала и его притоков можно решить строительством водохранилищ и прудов в его бассейне. Регулируемые попуски накопленных в них паводковых вод уменьшат многие негативные процессы, происходящие в настоящее время в Урале и его притоках, рассмотренные в статье выше.

Заключение

Современное состояние реки Урал и её притоков с большими неравномерностями стока по годам и сезонам не благоприятно сказывается на биоразнообразии и продуктивности биосистем в её русле и пойме, а также тормозит развитие социума и экономической деятельности человека.

Катастрофические паводки краткосрочными разливами создают стрессовые условия для живых организмов реки и поймы со многими жертвами.

Меженное маловодье Урала и его притоков сокращает площади водных экологических систем, приводит к уменьшению видового состава ихтиофауны и ее продуктивности, формирует неблагоприятные условия для социума и развития производства.

Решение многих проблем экологии, социума и хозяйственной деятельности человека в бассейне реки Урал возможно лишь на основе стабильного в необходимом объеме обеспечения водными ресурсами, которые являются системообразующей компонентой вододефицитных территорий. Созданная система водохранилищ в его верховье обеспечила улучшение экологической обстановки для населения и повышения продуктивности природы в зарегулированной части бассейна реки Урал, положительно повлияла на меженный сток в ниже расположенной его части.

Это является наглядным положительным примером и аргументом в пользу необходимости увеличения строительства водохранилищ в бассейне

реки Урал. Предлагаемые пути повышения эффективности использования водных ресурсов позволят увеличить биопродуктивность и биоразнообразие биоценозов и улучшить природные условия жизни населения и его хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
2. Богатов В.В. 2011. Проблемы сохранения продукционного потенциала пресноводных экосистем юга Дальнего Востока России // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2011. Вып. 5. С. 61-65.
3. Жирков И.А. Жизнь на дне: Биоэкология и биогеография бентоса. М.: КМК, 2010. 456 с. ISBN 978-5-87317-613-7.
4. Масюткина Е.А. Оценка экологического состояния водных объектов Калининградской области на основе структурно-функциональных и индикаторных свойств зообентоса. Дисс. ...к.б.н. 03.02.08 – Экология. Калининград, 2018. 184 с.
5. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. СПб: Наука, 2013. 343 с.
6. Кожаева Д.К., Казанчев С.Ч., Жантеголов Д.В. Влияние глубины водоёмов на их биоэкологические параметры. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. 6 (50). С. 155-157.
7. Сабанеев, Л.П. Исконно русская рыбалка. Жизнь и ловля пресноводных рыб. М.: РИПОЛ классик, 2007. 672 с. ISBN 978-5-7905-4091-2.
8. Пресноводные рыбы России: Карманная энциклопедия. Изд.: Кристалл, 2011. 288 с. ISBN: 978-5-9603-0143-5.
9. Чибилев А.А. Рыбы Урало-Каспийского региона. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 228 с.
10. Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. СПб: Наука, 2013. 343 с.
11. Тимофеев Д.А. Терминология денудации и склонов: Материалы по геоморфологической терминологии. М.: Наука, 1978. 242 с.
12. Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю. Природные воды Южного Урала: формирование и использование. Екатеринбург: УрО РАН, 2016. 244 с.
13. Огородников П.И., Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М. Природопользование, экология и экономика Южного Урала. Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2011. № 12. С. 138-143.
14. Природа аридных зон и природопользование: монография / Ю.М. Нестеренко, Ф.Г. Бакиров, М.Ю. Нестеренко, Ю.Р. Владов, Д.Г. Поляков, А.Г. Соколов, А.В. Халин, А.В. Цвяк; под ред. Ю. М. Нестеренко; отдел геоэкологии Оренбургского ФИЦ УрО РАН. СПб.: Научные технологии, 2020. 289 с. [Электр. ресурс] URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/priroda-aridnyih-zon.pdf>.
15. Авакян А.Б. и др. Водохранилища. М.: Мысль, 1987. 325 с.
16. Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М.-Л., 1968. 384 с.
17. Авакян А. Б., Лебедева И.П. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление. Изв. РАН. Сер. геогр. 2002. № 3. С. 13-20.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 10. Верхне-Волжский район / под ред. В. П. Шабан. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 528 с.
19. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 1. Нижнее Поволжье / под ред. О. М. Зубченко. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 287 с.

20. Статья о реке в Энциклопедии Башкортостан. *encycl.bash-portal.ru*.
21. Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.

Поступила 14.02.2022 г.

(Контактная информация: **Нестеренко Юрий Михайлович** – доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского Федерального научного центра УрО РАН; адрес: Россия, г. Оренбург, ул. Набережная, 29, тел. 77-06-60, e-mail: geoecol-onc@mail.ru;

Соломатин Николай Владиславович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; тел./факс (3532) 77-06-60 e-mail: geoecol-onc@mail.ru)

LITERATURE

1. Bogatov V.V. Ecology of river communities of the Russian Far East. Vladivostok: Dalnauka. 1994. 218 p.
2. Bogatov V.V. 2011. Problems of preserving the productive potential of freshwater ecosystems in the South of the Russian Far East // Readings in memory of V.Ya. Levanidov. Vladivostok: Dalnauka, 2011. Issue 5. Pp. 61-65.
3. Zhirkov I. A. Life at the bottom: Bioecology and biogeography of benthos. M.: KMK, 010. 456 p. ISBN 978-5-87317-613-7.
4. Masyutkina E.A. Assessment of the ecological state of water bodies of the Kaliningrad region on the basis of structural, functional and indicator properties of zoobenthos Dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences 03.02.08 – Ecology. Kaliningrad, 2018. 184 p.
5. Alimov A.F., Bogatov V.V., Golubkov S.M. 2013. Production hydrobiology. Saint Petersburg: Nauka. 343 p.
6. Kozhaeva D.K., Kazanchev S.Ch., Zhantegolov D.V. The influence of the depth of reservoirs on their bioecological parameters. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University 2014. 6(50). Pp. 155-157.
7. Sabaneev L.P. Native Russian fishing. The life and fishing of freshwater fish. M.: RIPOL classic, 2007. 672 p. ISBN 978-5-7905-4091-2.
8. Freshwater fish of Russia: Pocket encyclopedia. Publishing house: Crystal, 2011. 288 p. ISBN: 978-5-9603-0143-5.
9. Chibilev A. A. Fishes of the Ural-Caspian region. Yekaterinburg: UrB RAS, 2009. 228 p.
10. Alimov A.F., Bogatov V.V., Golubkov S.M. 2013. Production hydrobiology. St. Petersburg: Nauka. 343 p.
11. Timofeev D.A. Terminology of denudation and slopes: Materials on geomorphological terminology. M.: Nauka, 1978. 242 p.
12. Nesterenko Yu.M., Nesterenko M.Yu. Natural waters of the Southern Urals: formation and use. Yekaterinburg: UrB RAS, 2016. 244 p.
13. Ogorodnikov P.I., Nesterenko M.Yu., Nesterenko Yu.M. Nature management, ecology and economy of the Southern Urals. Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management. 2011. No. 12. Pp. 138-143.
14. Nesterenko Yu.M., Bakirov F.G., Nesterenko M.Yu., Vladov Yu.R., Polyakov D.G., Sokolov A.G., Khalin A.V., Tsvyak A.V. Nature of arid zones and nature management [Electronic resource] / Ed/ by Yu. M. Nesterenko. St. Petersburg: Science-intensive technologies, 2020. 289 p. URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/priroda-aridnyih-zon.pdf>.
15. Avakian A.B. et al. Reservoirs. Moscow: Mysl, 1987. 325 p.
16. Avakian A. B., Sharapov V. A. Reservoirs of hydroelectric power plants of the USSR. M.-

- L., 1968. 384 p.
17. Avakian A. B., Lebedeva I. P. Reservoirs of the XX century as a global geographical phenomenon. *Izv. RAS. Ser. geogr.* 2002. No. 3. Pp. 13-20.
 18. Resources of surface waters of the USSR: Hydrological study. Vol. 10. Verkhne-Volzhsy district / Ed. by V. P. Shaban. L.: Hydrometeoizdat, 1966. 528 p.
 19. Surface water resources of the USSR: Hydrological study. Vol. 12. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Issue 1. Lower Volga region / Ed. by O. M. Zubchenko. L.: Hydrometeoizdat, 1966. 287 p.
 20. Article about the river in the Encyclopedia Bashkortostan. encycl.bash-portal.ru.
 21. The Great Soviet Encyclopedia: [in 30 volumes] / ch. ed. A.M. Prokhorov. 3rd ed. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1969-1978.

Образец ссылки на статью:

Нестеренко Ю.М., Соломатин Н.В. Режим стока реки Урал и его влияние на социум и природу. *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН* 2023. 1: 21 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-1/Articles/YMN-2023-1.pdf>)
DOI: 10.24411/2304-9081-2023-11001.