

УДК: 551.515

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБНОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ В РЕГУЛИРОВАНИИ СТОКА РЕК

НЕСТЕРОВА О.В.¹, к. т. н., доц.

¹ Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCIDID:0000-0003-1035-6572

Аннотация. Постановка проблемы. Охарактеризовать изменения стока воды реками, экологического состояния водных систем под влиянием регулирования стока водохранилищами и комплексного использования водных ресурсов. **Цель.** Научно обоснованное использование и регулирование стока с учетом потребностей водных и околородных экологических систем позволяет создавать оптимальные условия для их функционирования без ущерба для хозяйственного использования водных ресурсов. **Выводы.** Прежде всего, необходимо отметить, что обеспеченность водными ресурсами на сегодняшний день требует активных действий по строительству и ремонту гидротехнических сооружений, охраны водных объектов, укрепления береговых линий, проведения комплекса экологических мероприятий. Необходимо и в дальнейшем поддерживать мероприятия крупных водопользователей по реконструкции и строительству комплексов очистных сооружений и систем ОППВ, поскольку это позволит не только сделать наши водные объекты чище, но и послужит стимулом для модернизации промышленности, а также активизации процесса импортозамещения.

Ключевые слова: реки, речной сток, регулирование стока, хозяйственная деятельность, водопотребители, водопользователи, экологические мероприятия.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ У РЕГУЛЮВАННІ СТОКУ РІЧОК

НЕСТЕРОВА О.В.¹, к. т. н., доц.

¹ Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCIDID:0000-0003-1035-6572

Анотация. Постановка проблемы. Охарактеризувати зміни стоку води річками, екологічного стану водних систем під впливом регулювання стоку водосховищами і комплексного використання водних ресурсів. **Мета.** Науково обґрунтоване використання і регулювання стоку з урахуванням потреб водних і навколородних екологічних систем дозволяє створювати оптимальні умови для їх функціонування без шкоди для господарського використання водних ресурсів. **Висновки.** Насамперед, необхідно зазначити, що забезпеченість водними ресурсами на сьогоднішній день вимагає активних дій з будівництва та ремонту гідротехнічних споруд, охорони водних об'єктів, зміцнення берегових ліній, проведення комплексу екологічних заходів. Необхідно і надалі дотримувати заходи великих водокористувачів з реконструкції та будівництва комплексів очистних споруд і систем ОППВ, оскільки це дозволить не тільки зробити наші водні об'єкти чистіше, але і послужить стимулом для модернізації промисловості, а також активізації процесу імпортозаміщення.

Ключові слова: річки, річковий стік, регулювання стоку, господарська діяльність, водопотребители, водокористувачі, екологічні заходи.

CHARACTERISTICS OF THE NEEDS OF DIFFERENT INDUSTRIES IN THE REGULATION OF THE RIVER FLOW

NESTEROVA E.V.¹, Ph.D., As. Prof.

¹ Department of water-supply, water- diversion and hydraulics, State higher educational establishment the "Pridneprovskaya state academy of building and architecture", street of Chernyshevskogo, 24-a, 49600, Dnepropetrovsk, Ukraine, bodies. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCID ID:0000-0003-1035-6572

Abstract. Statement of the problem. To characterize the changes of water flow in rivers, the ecological status of water systems under the influence of flow regulation by reservoirs and comprehensive water management. **Goal.** Evidence-based use and flow regulation with the needs of aquatic and riparian ecological systems allows to create optimal conditions for their operation without compromising economic use of water resources. **Conclusions.** First of all, it should be noted that water availability is currently in

need of active actions for the construction and repair of hydraulic structures, protection of water objects, strengthening coastlines, conducting complex environmental events. It is necessary to further support the activities of major water users on the reconstruction and construction of treatment facilities and systems oppv, as it will not only make our water bodies cleaner, but also will serve as a stimulus to modernize the industry and enhance the process of import substitution.

Keywords: rivers, river runoff, flow regulation, economic activity, water consumers, water users, environmental activities.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами

Охарактеризовать изменения стока воды реками, экологического состояния водных систем под влиянием регулирования стока водохранилищами и комплексного использования водных ресурсов.

Когда на какой-либо территории потребность в воде начинает превосходить величину устойчивого речного стока, и другие источники водных ресурсов (в первую очередь, подземные воды) отсутствуют или почему-либо не могут быть использованы, возникает необходимость в регулировании речного стока, то есть в строительстве плотин и, соответственно, создании водохранилищ. Создание плотин и водохранилищ - важнейший способ увеличения объема возобновимых водных ресурсов.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы

Важную роль во всех природных процессах на Земле играет вода, которая, по образному выражению Леонардо да Винчи, является "кровью Земли". Она является одним из важнейших компонентов жизнеобеспечения человека, непременным условием существования всего живого и наиболее чутко реагирует на изменения в природных процессах под влиянием естественной цикличности и антропогенной деятельности.

Научные, технические, социально-экономические и экологические изменения, произошедшие в XX столетии, нарушили спокойный, размеренный, поступательный ход развития предыдущих веков. XX век с полным основанием может получить десятки эпитетов – ядерный, компьютерный и т. д., – но вместе с тем и с полным основанием может быть назван веком грандиозного преобразования природы, и в первую очередь гидрографической сети. Многие крупнейшие речные системы – Волга, Днепр, Ангара, Колумбия, Миссури, Теннесси, Парана и сотни других превращены в каскады водохранилищ.[1, 13, 14, 15]

С учетом роли водохранилищ и связанных с ними целого комплекса водохозяйственных сооружений в развитии общества особое значение приобретает теория регулирования и использования речного стока, являющаяся научной базой для гидрологического и водохозяйственного обоснования гидротехнических мероприятий. Значительную роль в развитии этой теории сыграли работы известных русских ученых А.И. Воейкова, Е.В. Оппокова, Н.И. Соколова и других. Наиболее существенные достижения в этой области были получены после 30-

х гг. благодаря работам ученых М.А. Великанова, Б.В. Полякова, Д.Л. Соколовского, С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля, Д.Я. Раткович, и других. В настоящее время теория регулирования стока превратились в мощный аппарат обоснования водохозяйственных мероприятий самого различного уровня, хотя многие вопросы еще требуют более подробного рассмотрения.

Цель

Научно обоснованное использование и регулирование стока с учетом потребностей водных и околородных экологических систем, что позволяет создавать оптимальные условия для их функционирования без ущерба для хозяйственного использования водных ресурсов.

Изложение основного материала исследования

Под регулированием стока в практике водохозяйственного проектирования понимается его искусственное перераспределение во времени и изменение его режима в соответствии с потребностями различных отраслей народного хозяйства (гидроэнергетики, ирригации, водоснабжения, водного транспорта и др.). Регулирование стока обычно производится с помощью специально для этого создаваемых водохранилищ и осуществляется путём накопления в водохранилищах избытков воды, когда сток реки превышает потребность в воде, и расходования накопленных запасов её во время маловодья.[2]

Речной сток является основной частью водных ресурсов страны и широко используется в её водном хозяйстве. Реки – важнейший элемент природной среды, источник питьевой и промышленной воды, постоянно восстанавливающийся источник гидроэнергии, природные водные пути, неотъемлемый объект рекреации и туризма. Помимо своей главной планетарной задачи – служить важнейшим компонентом водного баланса Земли, реки выполняют ещё множество полезных для человека функций. В среднем ежегодно четверть всего речного стока страны потребляется на промышленные, хозяйственные нужды и просто выпивается. Каждый десятый киловатт-час в энергетических системах Украины выработан турбинами электростанций, раскрученных водным потоком. Помимо Днепровского каскада, Днестровской и экзотической Теребля-Рикской станций в тринадцати областях Украины действует около 50 малых гидроэлектростанций, а ещё недавно их было почти вдвое больше. Регулирование речного

стока является необходимым условием рационального использования рек и осуществляется водохранилищами путем перераспределения во времени объема естественного стока в соответствии с требованиями водопользователей.

Все крупные реки текут с северо-запада на юго-восток, что соответствует общему уклону поверхности. Большинство из них - равнинного типа. Они имеют уклон до 10 м/км, медленно текут (скорость 0,2-0,3 м/с) в широких долинах с пологими склонами, русла извилисты. Реки, истоки которых находятся в Карпатских и Крымских горах, имеют горный характер. Их уклоны составляют в верховьях 60-70 и в низовьях - 5- 10 м/км. Скорость течения превышает 1 м/с, во время половодья - 3-5 м/с. Они текут в руслах со скалистыми берегами, течение воды в них быстрое, нередки пороги и водопады. Реки Полесской низменности, особенно притоки Припяти, имеют уклон до 10 см/км. Талые воды играют основную роль в питании равнинных рек. Поэтому в них четко выражено весеннее половодье, в течение которого по рекам проходит до 50-80 % всего годового количества воды. На некоторых малых реках почти весь сток воды осуществляется весной. В питании горных рек значительная роль принадлежит дождевым водам, отчего паводки на них бывают в различные времена года. Реки северных районов замерзают в начале, а юго-западных - в конце декабря. Продолжительность ледостава колеблется от 2 на юге до 3,5-4 мес. на севере. На территории Украины насчитывается более 71 тыс. рек, из которых длиной свыше 10 км – более 4 тысяч, а свыше 100 км – около 160. Коэффициент плотности речной сети в среднем составляет 0,25 км/км². Он колеблется от 2,0-2,5 км/км² в Украинских Карпатах до 0,1 и менее на юге и юго-востоке степной зоны страны. Ежегодный объём речного стока украинских рек (без учёта Дуная) в среднем составляет 87,1 км³. [11]

При современной степени развития хозяйственной деятельности людей она оказывает существенное влияние на состояние источников водоснабжения, как в отношении их дебита, так и в отношении качества воды. Прежде всего следует учитывать, что природные воды используются комплексно, т. е. не только для водоснабжения, но и для многих других целей: орошения, гидроэнергетики, водного транспорта, лесосплава и др. При этом может осуществляться отбор воды из источника (водоснабжение, орошение) или только использование водоема без отбора воды (водный транспорт, лесосплав). Таким образом, можно различать водопотребителей и водопользователей. Ряд крупных водопотребителей и водопользователей уже не может удовлетвориться использованием рек в их естественном состоянии. Как известно, для целей гидроэнергетики обычно осуществляется регулирование речного стока путем устройства плотин и образования водохранилищ, что дает возможность сезонного регулирования (аккумуляция

паводковых вод), а иногда и многолетнего регулирования стока (т. е. накопление в водохранилищах в многоводные годы излишков воды и расходование их в маловодные годы). Иногда количество воды, требуемой для некоторых крупных производственных предприятий, столь велико, что его можно получить из местных рек также только при условии регулирования их стока. К таким предприятиям, прежде всего, следует отнести тепловые электростанции. Регулирование речного стока осуществляется также и для целей орошения. В результате широкого проведения мероприятий по регулированию речного стока многие реки в наиболее густонаселенных и промышленно развитых районах превращаются постепенно в систему последовательно расположенных водохранилищ.

Рациональное решение вопросов использования водных ресурсов и обеспечения интересов всех видов водопотребителей и водопользователей возможно только при условии их рассмотрения как комплексных водохозяйственных проблем. Реконструкция Днепра, использование его энергетических ресурсов, орошение земель юга Украины, Донбасса и Северного Крыма. Днепр, его притоки являются источником водоснабжения ряда крупных городов Белоруссии и Украины и большого числа промышленных предприятий. На Днепре у Киева и ниже его по течению построены мощные гидроэлектростанции. Днепр ниже впадения в него Припяти превратился в непрерывную систему водохранилищ. Подобная реконструкция рек существенно отражается на их гидрологическом режиме, сезонное распределение стока значительно изменяется: половодья сглаживаются, меженный и зимний стоки повышаются. Одновременно образование водохранилищ ведет к некоторому увеличению потерь на испарение. В результате проведения мероприятий по регулированию стока рек в настоящее время очень часто приходится использовать в качестве природных источников водоснабжения, искусственно созданные водохранилища. Изменение естественного гидрологического режима рек при устройстве плотин и водохранилищ в значительной мере сказывается на качестве речной воды и на сезонных колебаниях ее качества. Создание водохранилищ и регулирование ими стока значительно преобразует естественный гидрологический режим реки, что влечет изменения и многих других природных процессов. Эти изменения проявляются по-разному в верхних (выше плотины) и нижних бьефах гидроузлов (ниже плотины). В первую очередь это относится к режиму уровней воды. В верхних бьефах, где выделяют нижнюю, среднюю, верхнюю зоны водохранилища и зону выклинивания подпора, наибольшие изменения уровня воды происходят на нижнем участке, примыкающем к плотине. В зоне выклинивания подпора ход уровней, как в половодье, так и в межень, относительно близок к ходу уровней на реке в естественном состоянии. Наибольшей высоты

уровень в водохранилищах многолетнего и сезонного регулирования достигает в конце половодья (в фазу наполнения). С образованием водохранилищ коренным образом изменяется волновой режим: на реках высота волн обычно не превышает 0,5— 0,75 м, а на многих водохранилищах она достигает 3 м и более. Волны на водохранилищах круче и короче морских и озерных из-за меньшей глубины и относительно меньшего разгона волны. У подветренного берега водохранилища всегда спокойно; к открытой части высота волн возрастает. С понижением уровня водохранилищ размеры волн уменьшаются. По гидрохимическим и гидробиологическим особенностям водохранилища ближе к озерам, чем к рекам. Затопленные почвы, размыв берегов, торфяники, растительность пополняют воду водохранилищ азотом, фосфором, железом, органическими веществами. Вследствие обогащения воды органическими веществами увеличивается содержание углекислоты и уменьшается количество растворенного кислорода. Наблюдается тенденция к увеличению солености, связанная с режимом регулирования и с загрязнением сточными водами. Большое содержание биогенных веществ в воде и в затопленных почвах и растениях способствует интенсивному развитию растительных и животных организмов.

С созданием водохранилищ изменяется Крупные водохранилища рассчитываются на заиливание в течение нескольких столетий, тем не менее в практике гидростроительства известны случаи очень быстрого их уничтожения наносами. Борьба с заиливанием водохранилищ можно путем уменьшения своевременного сброса наносов из водохранилищ через специальные грязеспуски. Водоохранилища — очень сложные объекты. С одной стороны, водохранилища нужны: для обеспечения орошения и обводнения новых земельных массивов и повышения водообеспеченности поливных земель; для водоснабжения промышленных предприятий, населенных пунктов, ТЭЦ, АЭС, для организации зон отдыха и спорта вблизи городов и курортов, для использования гидроэнергоресурсов, для предотвращения наводнений. С другой стороны, создание водохранилищ осложняется нежелательными последствиями, вносимыми ими в природу и хозяйство территорий, на которых они создаются.

Во-первых, водохранилища являются одним из крупных “потребителей” земли. В настоящее время только у нас в стране под водохранилища изъято 0,5% площади сельскохозяйственных угодий. В зону затопления попадают и леса, и недра, и населенные пункты.

Во-вторых, со строительством плотин изменяется не только гидрологический режим реки, но и весь комплекс природных условий на прилегающих к водохранилищам территориях (повышается уровень

грунтовых вод, понижаются летние и повышаются зимние температуры воздуха, усиливается ветровая деятельность, повышается влажность воздуха, изменяется растительность и животный мир и т. д.).[2]

Поэтому при проектировании и обосновании народнохозяйственной целесообразности создания водохранилищ необходимо в полной мере учитывать все положительные и отрицательные последствия для природы и хозяйства не только в период заполнения и в первые годы эксплуатации водохранилищ, но и в прогнозируемой перспективе. Последствия создания водохранилищ должны учитываться и в прилегающих районах и на удаленных территориях. [6]

Существенным видом влияния хозяйственной деятельности людей на природные водоемы является сброс в них сточных вод городов и промышленных предприятий, а также смыв с сельскохозяйственных полей удобрений, ядохимикатов, пестицидов и т. п. Количество сточных вод, сбрасываемых в водоемы, с каждым годом увеличивается и приводит к сильному их загрязнению и ухудшению качеств воды (особенно санитарных качеств). Наиболее неблагоприятное влияние на санитарное состояние водоемов оказывают сточные воды промышленных предприятий, сбрасываемые в водоемы без надлежащей очистки. Трудность и высокая стоимость очистки сточных вод предприятий ряда отраслей промышленности задерживают своевременное строительство и пуск в эксплуатацию очистных сооружений производственной канализации.[10]

В силу сложившейся обстановки в настоящее время многие реки в населенных и промышленно развитых районах уже в значительной степени загрязнены производственными стоками. Основными «загрязнителями» воды являются предприятия нефтеперерабатывающей, бумажно-целлюлозной, металлургической и ряда отраслей химической промышленности.

Громадное количество воды, сбрасываемой тепловыми станциями (после использования для конденсации пара), вызывает повышение температуры воды водоема, способствующее развитию фитопланктона, зарастанию и цветению водоема, повышению цветности воды, запахов и привкусов, т. е. ведет к существенному ухудшению санитарного состояния водоемов.[4]

В целях удовлетворения санитарных требований, предъявляемых к качеству воды источников, используемых для водоснабжения населенных мест, Государственным санитарным надзором Украины установлены строгие правила, ограничивающие сброс загрязненных сточных вод в водоемы.[8]

Влияние хозяйственной деятельности людей и необходимость проведения мероприятий по преобразованию источников водоснабжения особенно резко проявляются в относительно маловодных районах.

Недостаток дебита местных источников приводит к необходимости возможно более полного зарегулирования местного речного стока, а также использования удаленных источников водоснабжения. Получение воды из удаленных источников может быть осуществлено путем строительства подводящих воду каналов, перекачки воды по трубопроводам непосредственно к потребителям или путем искусственной переброски воды в верховья местных рек для увеличения их дебита. Ярким примером такого вмешательства человека в природную обстановку является реконструкция водного хозяйства ряда маловодных районов (Донбасс, Кузнецкий бассейн, Карагандинский район Казахстана, некоторые районы промышленного Урала и др.). Наличие месторождений полезных ископаемых обусловило в этих районах бурное развитие различных отраслей промышленности, предприятий энергетики, рост населенных мест, для которых требуются весьма большие количества воды. Скудные запасы собственных подземных вод, а также относительно небольшие и сильно загрязненные реки (при почти полном зарегулировании их стока) не могли удовлетворить потребностей в воде ни населенных мест, ни промышленности этих районов. Для подачи воды в Донбасс был построен канал длиной почти 150 км, подающий воду из р. Северский Донец, а также водовод такого же протяжения, подающий воду из подземных источников для хозяйственно-питьевых нужд.[3]

Проблема обеспечения питьевой водой растущего народонаселения и предупреждения о катастрофических наводнениях и паводках становится одной из наиболее важных не только для гидрологической науки. Глобальное потепление климата Земли и увеличивающаяся антропогенная нагрузка на водные объекты усложняют разработку систем водоснабжения и гидрологических прогнозов изменения возобновляющихся водных ресурсов – речного стока воды. По мере развития хозяйственной деятельности возрастает зависимость водных ресурсов от изменений климата. Результаты комплексного статистического анализа данных наблюдений за стоком воды рек разных континентов земного шара свидетельствуют о наличии направленных изменений стока в XX столетии, которые в отдельных районах настолько существенны, что поддаются количественным оценкам и прогнозам. Направленность этих изменений зависит в основном от широтного перераспределения годовых и сезонных сумм осадков. Наблюдающееся в некоторых районах Украины увеличение количества атмосферных осадков и повышение температуры воздуха в холодный и переходные периоды года благоприятно отражаются на стоке воды рек. Но в ряде районов (северо-запад и юг Украины, Казахстан, Средняя Азия, внутриконтинентальные районы Америки), наоборот, наметилась тенденция к уменьшению

количества ежегодно возобновляющихся водных ресурсов. Продолжающееся увеличение забора воды из рек и пресноводных водоемов, загрязнение водных объектов усиливают опасность водного кризиса в районах неблагоприятных изменений стока рек. Для предотвращения водного кризиса кроме усиления административных мер по охране природных ресурсов необходима организация широкого геоэкологического образования населения, особенно молодежи. Это будет способствовать целостности восприятия изменений в ландшафтной оболочке Земли, необходимости сохранения от разрушения природных связей между ее компонентами: атмосферой, гидросферой, литосферой и биосферой.

Выводы

В результате значительной рекреационной нагрузки, приходящейся на долины городских рек, которую природные комплексы в естественных условиях не испытывают, необходима реализация целого комплекса специальных мероприятий по обустройству данных территорий и повышению их устойчивости.

Прежде всего необходимо отметить, что обеспеченность водными ресурсами на сегодняшний день требует активных действий по строительству и ремонту гидротехнических сооружений, охраны водных объектов, укрепления береговых линий, проведения комплекса экологических мероприятий.

На сегодняшний день речные системы в бытовом, а иногда и в зарегулированном состоянии, не могут удовлетворить потребности народного хозяйства (недостаточность судоходных глубин, занесение промышленных и питьевых водозаборов, размыв берегов, нежелательное спрямление речных излучин и др.), и не редко ставят под угрозу безопасность населенных пунктов и жизнь людей (катастрофические наводнения). Необходимо и в дальнейшем поддерживать мероприятия крупных водопользователей по реконструкции и строительству комплексов очистных сооружений и систем ОППВ, поскольку это позволит не только сделать наши водные объекты чище, но и послужит стимулом для модернизации промышленности, а также активизации процесса импортозамещения.

Продолжающееся увеличение забора воды из рек и пресноводных водоемов, загрязнение водных объектов усиливают опасность водного кризиса в районах неблагоприятных изменений стока рек. Для предотвращения водного кризиса кроме усиления административных мер по охране природных ресурсов необходима организация широкого геоэкологического образования населения, особенно молодежи. Это будет способствовать целостности восприятия изменений в ландшафтной оболочке Земли, необходимости сохранения от разрушения природных связей между ее компонентами: атмосферой, гидросферой, литосферой и биосферой.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсеньев Г.С. Основы управления гидрологическими процессами: Водные ресурсы.: РГГМУ. 2005.- 53с.
2. Авакян А.Б., Залетаев В.С., Новикова Н.М., Митина Н.Н. О проблемах экологического прогнозирования при зарегулировании стока рек //Вод.ресурсы. 1999. Т. 26. № 2. С. 133-142
3. Айдаров И.П., Веницианов Е.В., Раткович Д.Я. К проблеме экологического возрождения речных бассейнов / Водные ресурсы, Т. 29, № 2,2002. С. 240-252. .
4. Воронцов А. И., Николаевская Н. Г. Вопросы экологии и охраны водной среды. — М.: Инфра-М, 2011. — 98 с.
5. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. - М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 233 с.
6. Исмагилов Р. Р. Проблема загрязнения водной среды и пути ее решения // Молодой ученый. — 2012. — №11. — С. 127-129.
7. Орлов Д.С. Экология и охрана гидросферы при химическом загрязнении: Учеб.пособие / Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. - М.: Высшая школа, 2012. – 167 с.
8. Протасов В. Ф. Экология, здоровье и охрана водной среды: Учеб.и справ. пособие / В. Ф. Протасов. - М.: Финансы и статистика, 2012. – 289 с.
9. Ситаров В. А., Пустовойтов В. В. Социальная экология. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 236 с.
10. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб.пособие. - М.: АСАДЕМА, 2012. – 233 с.
11. Савичев О.Г. Регулирование речного стока: учебное пособие / О.Г. Савичев, С.Ю. Краснощёков, Н.Г. Наливайко; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 114 с.
12. Чепурных Н.В., Новоселов А.Л. Экономика и экология, развитие, катастрофы. М.: Наука, 2006. - 272 с. 32.
13. ChristerNilsson,Catherine A. Reidy, Mats Dynesius, Carmen Revenga Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems / ChristerNilsson,Catherine A. Reidy, Mats Dynesius, Carmen Revenga. - *Science* 15 Apr 2005:Vol. 308, Issue 5720, pp. 405-408.
14. J. D. Tonkin,R. G. Death The combined effects of flow regulation and an artificial flow release on a regulated river / D. Tonkin-R. G. Death. -River Research and Applications Vol. 30, Issue 3,pages 329–337, March 2014.
15. Kerrylee Rogers, Joanne Ling, Neil SaintilanThe impacts of river regulation and water diversion on the hydrological drought characteristics in the Lower Murrumbidgee River / Kerrylee Rogers, Joanne Ling, Neil Saintilan. - *Journal of Hydrology*Vol. 405, Issues 3–4, 5 August 2011, Pages 382–391

REFERENCES

1. Arsenev G.S. *Osnovy upravleniyagidrologicheskimi protsessami*. [Fundamentals of management of hydrological processes]: *Vodnyieresursyi*. [Water supply]: RGGMU. 2005.- 53s.
2. Avakyan A.B., Zaletaev B.C., Novikova N.M., Mitina N.N. *O problemah ekologicheskogo prognozirovaniya pri zaregulirovanii stoka rek*. [The problems of ecological forecasting in the regulation of the river flow]. *Vod. resursyi*. [Watersupply] 1999. T,26. № 2. S. 133-142.
3. Aydarov I.P., Venitsianov E.V., Ratkovich D.Ya. *K probleme ekologicheskogo vozrozhdeniyarechnyih basseynov*. [To the problem of ecological revival of the river basins]. *Vodnyieresursyi*. [Water supply]. T. 29, № 2,2002. S. 240-252.
4. Vorontsov A. I., Nikolaevskaya N. G. *Voprosy ekologii i ohrany vodnoysredy*. [The ecology and conservation of the water environment]. — М.: Infra-M, 2011. — 98 s.
5. Danilov-Danilyan V. I., Losev K. S. *Ekologicheskiiyvizov i ustoychivoerazvitie*. [Environmental challenge and sustainable development]. - М.: Progress-Traditsiya, 2010. – 233 s.
6. Ismagilov R. R. *Problema zagryazneniyavodnoysredy i putieeresheniya*. [The problem of water pollution and its solution]. *Molodoyuchenyiy* [Young scientist]. — 2012. — №11. — S. 127-129.
7. Orlov D.S. *Ekologiya i ohranagidrosferyiprihimicheskomezagryaznenii*. [Ecology and protection of the hydrosphere by chemical pollution]. *Ucheb.posobie*. Orlov D.S, Sadovnikova L.K., Lozanovskaya I.N. - М.: Vysshayashkola. [Higher school], 2012. – 167 s.
8. Protasov V. F. *Ekologiya, zdorove i ohranavodnoysredy*. [Ecology, health and conservation of the water environment]. *Ucheb.isprav. posobie*. - М.: Finansyi i statistika. [Finance and statistics]. 2012. – 289 s.
9. Sitarov V. A., Pustovoytov V. V. *Sotsialnayaekologiya*. [Social ecology] - М.: Izdatelskiytsentr «Akademiya», 2010. – 236 s.
10. Hotuntsev Yu.L. *Ekologiya i ekologicheskaya bezopasnost* [Ecology and environmental safety]: *Ucheb. posobie*. - М.: АСАДЕМА, 2012. – 233 s.
11. Savichev O.G. *Regulirovanierechnogostoka: uchebnoeposobie*. [The river flow regulation]. O.G. Savichev, S.Yu. Krasnoshchëkov, N.G. Nalivayko; . - Tomsk: Izd-voTomskogopolitekhnicheskogouniversiteta, 2009. - 114 s.
12. Chepurnykh N.V., Novoselov A.L. *Ekonomika i ekologiya : razvitie, katastrofy/* [Economy and ecology, development, disaster]. М.: Nauka, 2006. - 272 s.

13. Christer Nilsson, Catherine A. Reidy, Mats Dynesius, Carmen Revenga Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems / Christer Nilsson, Catherine A. Reidy, Mats Dynesius, Carmen Revenga. - *Science* 15 Apr 2005: Vol. 308, Issue 5720, pp. 405-408.
14. J. D. Tonkin, R. G. Death The combined effects of flow regulation and an artificial flow release on a regulated river / D. Tonkin, R. G. Death. - *River Research and Applications* Vol. 30, Issue 3, pages 329-337, March 2014.
15. Kerry Lee Rogers, Joanne Ling, Neil Saintilan The impacts of river regulation and water diversion on the hydrological drought characteristics in the Lower Murrumbidgee River / Kerry Lee Rogers, Joanne Ling, Neil Saintilan. - *Journal of Hydrology* Vol. 405, Issues 3-4, 5 August 2011, Pages 382-391.

Статья рекомендована к публикации д-ром техн. наук, В.И. Большаковым и д-ром техн. наук, Д.В. Лаухиным (Украина)