

конференции. – М.: МГУП, 2007. – Ч. 1. – С. 237–241.

Материал поступил в редакцию 08.09.14.

Исмайлов Габил Худуш Оглы, доктор технических наук, профессор, заведующий

кафедрой «Гидрология, гидрогеология и регулирование стока»

Тел. 8 (495) 976 – 23-68

E-mail: gabil-1937@mail.ru

Ваганов Георгий Андреевич, аспирант

УДК 502/504:551.48:626.81:627.81

Г. Х. ИСМАЙЛОВ, В. И. КЛЕПОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ «РАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ ОБВОДНИТЕЛЬНЫХ ПОПУСКОВ» В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

Проведена систематизация и дана подробная классификация всех видов попусков, которые осуществляются при регулировании речного стока водохранилищами: обводнительные, природоохранные, санитарные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные (в том числе для нужд орошения), рыбохозяйственные, хозяйственно-бытовые (включая водоснабженческие), лесосплавные и комплексные (например, энергетическо-транспортные, сельскохозяйственно-рыбохозяйственные, ирригационно-транспортные и др.).

Речной сток, водохранилище, система водохранилищ, водообеспечение, Московский регион.

Systematization is carried out and there is given a detailed classification of all kinds of releases which are fulfilled when regulating a river flow by reservoirs: irrigation, environmental, sanitary, energy, transport, agricultural (including for irrigation), fishery, domestic uses (including water supply), timber floating and complex ones, for example: energy-transport, agricultural – fishery, irrigation-transport and other combinations.

River flow, reservoir, system of reservoirs, water supply, the Moscow region.

Анализ многочисленных проектных материалов и литературных источников показывает, что в настоящее время не существует единых методических подходов к оценке допустимых объемов обводнительных попусков в водные объекты, в том числе в нижние бьефы водохранилищ гидроузлов, отсутствует также единообразие в терминах. Нет единого толкования характеристик стока, оставляемых ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Используемый в практике водохозяйственного проектирования подход к определению минимально допустимых (санитарных) расходов воды, принимаемых по минимальным расходам воды

года 95% -й обеспеченности, экологически не обоснован и уже привел к существенным изменениям состояния водных экосистем.

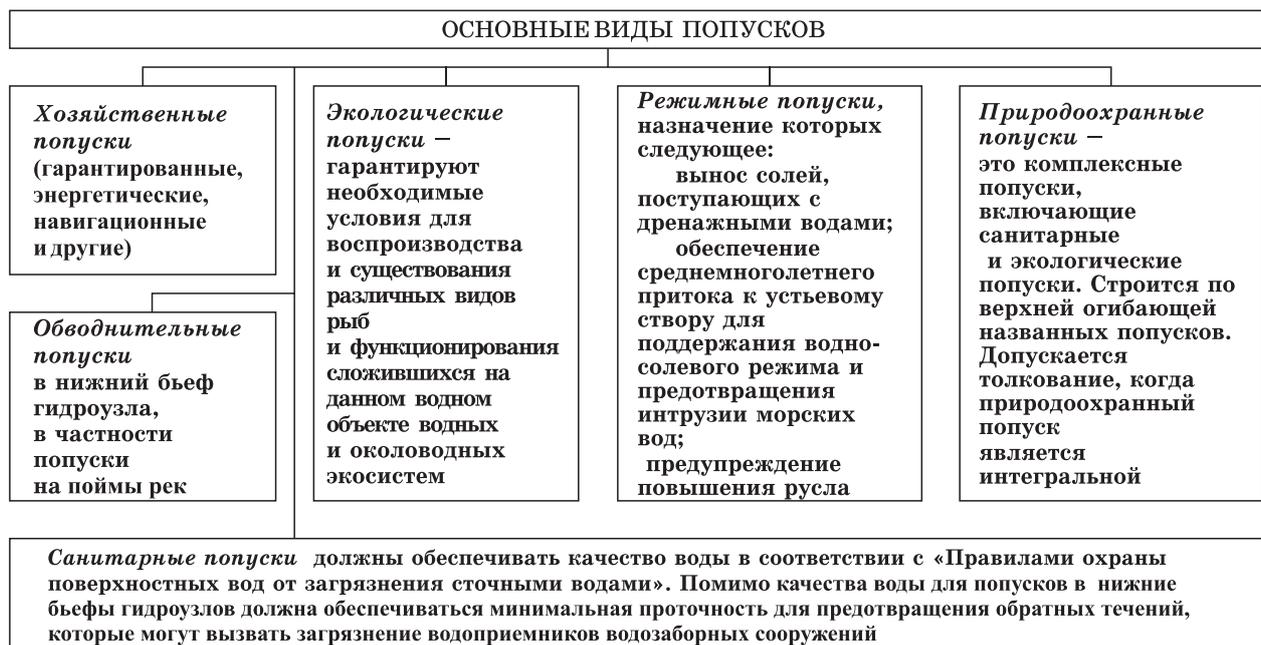
Для водохранилищ Московского региона как объектов, создающихся с целью управления поверхностным стоком, изменение водных режимов имеет принципиальное значение в формировании гидрологического режима и функционирования экосистемы. Функционирование экосистем водохранилищ и с ним тесно связанное качество воды в них во многом определяется как стратегическими параметрами (размерами гидроузлов и водохранилищ, высотой плотины и т. д.), так

и режимными параметрами водохранилищ. Чрезвычайно важным обстоятельством является то, что в водохранилищах имеется возможность целенаправленного управления интенсивностью и направленностью внутриводоемных процессов, что невозможно в естественных водоемах без создания специальных гидротехнических сооружений. Используя существующие, хотя приближенные, связи между стратегическими и тактическими (режимными) параметрами и параметрами внутриводоемных процессов, можно приблизиться к решению задач управления круговоротом энерго- и массообмена в экосистеме водохранилищ и тем самым к достижению важнейшей цели современной гидроэкологии – управлению качеством воды в водохранилищах.

Известно, что в гидротехнической практике широко используется показатель расчетной обеспеченности гарантированной отдачи водохранилищ. Поэтому авторами рекомендуется в качестве критерия определения рационального объема обводнения в Московском регионе использовать вероятность числа бесперебойных лет, в течение которых нижний бьеф гидроузлов обеспечивается обводнительнымипусками в заданном объеме и без перебоев. Наряду с обеспеченностью по числу бесперебойных лет можно использовать также обеспеченность по объему обводнительных пусков и обеспеченность по времени. Из-за отсутствия

нормативов надежности для этого вида водопользования пуски являются замыкающими элементами водохозяйственного баланса водоема. Авторы рекомендуют ввести двухступенчатый норматив расчетной обеспеченности для разделения «чисто» водоснабженческой составляющей (питьевое и коммунально-бытовое водоснабжение) и обводнительных пусков в нижние бьефы гидроузлов. В первую степень норматива расчетной обеспеченности должна быть включена обязательная и практически бесперебойная во всех условиях водности «чисто» водоснабженческая составляющая водохозяйственной системы Московского региона. Вторая степень норматива расчетной обеспеченности может составить около 90 % (по числу бесперебойных лет) и относиться к обводнительному пуску в реку Москву.

Классификация пусков. На большинстве крупных речных систем страны основная доля расходной части водохозяйственного баланса обычно приходится на осуществление *специальных пусков воды*, необходимых для обеспечения работы гидроэлектростанций и водного транспорта, для обводнения нижних бьефов гидроузлов, включая пойменные луга, соответствия требованиям качества речных вод и околородных экосистем, и наконец, пуски к устьевому створу для поддержания водно-солевого режима замыкающих водоемов.



Классификация пусков

В настоящее время каких-либо однозначных приемов установления попусков, кроме энергетических, судоходных и сельскохозяйственных, отвечающих требованиям охраны окружающей среды, пока нет. Сложившаяся практика назначения экологических, в том числе и природоохранных попусков воды по величине естественного минимума летне-осенней или зимней межени не имеет научной основы и может приводить к искусственному занижению дефицитов водных ресурсов при расчетах водохозяйственных балансов на перспективу. Анализ существующей практики водопользования показывает, что все попуски можно классифицировать по назначению. Соответственно по назначению выделяются следующие попуски: хозяйственные, обводнительные, экологические, санитарные, режимные и природоохранные (рисунок).

Попуски, производимые в нижний бьеф, характеризуются следующими основными параметрами: формой графика, задающего режим пуска, объемом воды, сброшенной за определенный период, и продолжительностью осуществления пуска. Все эти параметры наиболее отчетливо прослеживаются на специальных попусках воды. Указанные параметры попусков тесно увязаны между собой и зависят в основном от целевого назначения пуска, размеров требуемой зоны его влияния и от наличия водных ресурсов в водохранилище, использование которых возможно на производство попусков. Форма графика, объем и продолжительность таких попусков, как правило, детально прорабатываются в проектах, с тем чтобы выбрать оптимальные значения, наиболее полно отвечающие поставленной задаче. Сопоставление объема воды, затраченной на пуск, с общим объемом воды, поступившей в нижний бьеф гидроузла, указывает на удельный вес этого пуска в суммарном сбросе воды. Такое сопоставление дает наглядное представление о роли пуска в обеспечении требований участников водохозяйственного комплекса нижнего бьефа, в функционировании водной экосистемы, в процессах формирования качества воды в нижнем участке реки.

Влияние водохранилищ на формирование качества воды. Качество воды

в водотоках во многом определяется и состоянием водных масс самого водохранилища. При формировании качества воды в водоемах, как уже было отмечено, большую роль играют физические, гидрохимические и биологические, включая бактериологические, процессы, происходящие в водохранилищах. С гидрохимической и гидробиологической точек зрения формирование качества воды в водохранилищах во многом определяется ее трофическим состоянием, в частности процессом эвтрофирования. Актуальность эвтрофирования водохранилищ заметно возросла в связи с регулированием поверхностного стока для водоснабжения крупных городов и урбанизированных территорий. Для водоснабжения Московского региона, особенно города Москвы, созданы взаимосвязанные системы водохранилищ, обеспечивающие гарантированную водоотдачу для питания водопроводных систем этого региона. Практически во всех случаях особое беспокойство вызывает прогрессирующее эвтрофирование водохранилищ, входящих в водохозяйственную систему Московского региона. В связи с этим был проведен комплекс исследований, выявляющих причины и особенности развития процесса эвтрофирования водохранилищ – источников водоснабжения Московского региона и разработаны предложения по управлению этим процессом.

Следует отметить, что физические, химические и биологические (в том числе бактериологические) характеристики качества воды у водозаборов, расположенных на водохранилищах, формируются в результате различных процессов трансформации состава воды за время ее пребывания в водохранилищах, связанных с круговоротом вещества и энергии в экосистеме. Поэтому изменение трофического состояния экосистемы и характера ее функционирования, происходящее при эвтрофировании водоема, влияет на направленность и интенсивность этой трансформации, изменяя качество воды у водозаборов. Проявляется это в увеличении первичной продукции органического вещества, т. е. его синтеза, окисления, в газообмене водоема с атмосферой, в биоседиментации, азотфиксации и денитрификации, осаждении сорбирующих загрязняющих веществ, а также в

интенсивности выноса вещества из донных отложений, т. е. во вторичном загрязнении водной экосистемы.

Вместе с тем, следует отметить, что исследованиям взаимосвязи между параметрами режимов работы водохранилищ и показателями функционирования их экосистем не уделяется должного внимания, что сказывается на условиях формирования качества воды в них. Отсутствует система интегральных параметров (критериев), устанавливающая связь между управлением режимом эксплуатации водохранилищ и состоянием их экосистем. В этих условиях в качестве одного из наиболее надежных критериев для определения рациональных объемов обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов с целью поддержания экологических, санитарных и природоохранных условий водотоков может выступать расчетная обеспеченность обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов. Обеспеченность по объему обводнительных попусков – это отношение (в процентах) объема обводнительных попусков воды, фактически сбрасываемой в нижний бьеф гидроузла, к объему гарантированных величин обводнительных попусков.

Перечень обводняемых объектов Московского региона. Наибольший обводнительный попуск в Московском регионе осуществляется из канала имени Москвы. С самого начала установления обводнительных попусков в реку Москву и ее притоки и до настоящего времени надежность их обеспечения нигде не регламентировалась. Однако практически

во всех проработках по водоснабжению Москвы надежность обеспечения обводнительных попусков принималась такой же, как и для коммунально-бытового и промышленного водопотребления (фактически обводнительные попуски в заданных параметрах обеспечиваются с более низкой надежностью).

Обводнительный попуск в реку Москву был предусмотрен в техническом проекте канала «Москва – Волга» еще в 1937 году для улучшения санитарного состояния маловодной в то время реки Москвы. Как показывает анализ гидрологических рядов естественного стока реки Москвы в створе Рублево, куда подается обводнительный попуск из канала имени Москвы, летние меженные расходы обычно колеблются в пределах 10...20 м³/с, опускаясь в крайне маловодные годы до 7...10 м³/с. Поэтому обводнительный попуск в реку Москву был определен исходя из «допускаемой нормы растворенного кислорода в воде 4 мг/л», которая в то время регламентировалась Наркомздравом СССР. Для достижения этого показателя необходимо было предусмотреть специальный попуск, который обеспечивал бы расход воды в реке Москве не ниже 35...36 м³/с. Эта величина складывалась из обязательного попуска ниже створа Рублево, подачи Волжской воды в размере 27 м³/с через ГЭС на реке Сходне, а также попусков через реки Лихоборку и Серебрянку (соответственно 3 и 1 м³/с). В таблице 1 приводится перечень объектов и объемов обводнения рек Московского региона.

Таблица 1

Перечень объектов и объемов обводнения рек Московского региона

Река	Куда впадает	Объем обводнения, м ³ /с	Среднегодовой расход воды, м ³ /с	Длина реки, км
Москва	Ока	25,0–30,0	50,1 (Павшино)	146
Сходня	Москва	–	1,82	47,0
Яуза	Москва	5,9	0,56	48,0
Клязьма	Ока	4,0	–	245,0
Уча	Яуза	1,0	–	–
Серебрянка	Хапиловка	1,0	0,028	12,0
Лихоборка	Яуза	3,0	0,5	16,0
Сетунь	Яуза	–	1,33	38,0
Городня	Москва	–	0,76	16,0

Обводнение нижних бьефов гидроузлов водохранилищ Московского региона. Обводнительные попуски в нижние бьефы гидроузлов устанавливаются на стадии проектирования в соответствии со строитель-

ными нормами и правилами. Такие попуски должны соответствовать естественному расходу воды в реке 95 % обеспеченности. Характеристика обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов Московского

региона представлена в таблице 2.

Таблица 2
Характеристика обводнительных
попусков в нижние бьефы гидроузлов
Московского региона

Водохранилище	Расход воды, м ³ /с
Верхневолжское	5,0
Иваньковское	20...25
Можайское	1,5
Рузское	1,0
Озернинское	1,0
Истринское	1,0
Ваузское	5,0
Яузское	0,3
Верхнерузское	0...17

Водообеспечение крупного региона, которым бесспорно является Московский регион, подразумевает совокупность питьевого, коммунально-бытового, промышленного и обводнительного видов удовлетворения потребностей в воде. Как показывает практика, наиболее отчетливо проблема надежности проявляется сейчас в отношении *обводнительных пусков*.

Отсутствие нормативов надежности для этого вида водопользования приводит к тому, что пуски являются замыкающими водохозяйственный баланс водопользователями. Отчетные данные, а также подробные водохозяйственные балансы водоснабжения Московского региона, утвержденные техническим советом департамента водных ресурсов Министерства природных ресурсов и экологии РФ, показывают, что даже в условиях не крайне маловодных лет обводнительные пуски снижаются против рекомендуемых величин. Нужно заметить, что ни в техническом проекте канала имени Москвы 1934 года, ни в существующих «Основных положениях правил использования водохранилищ водораздельного бьефа канала имени Москвы», ни в последующих регламентирующих документах режим пусков в условиях дефицита водных ресурсов не определялся. С одной стороны, это позволяет достаточно свободно управлять режимом работы системы, а с другой, обводнительные пуски на равных условиях с другими водопользователями позволяют получать определенный резерв воды в системе на случай наступления маловодий. Так было, например, в 1996 году, когда обводнительный пуск частично использовался на подпитку Рублевской

насосной станции первого подъема. По-видимому, для обводнительных пусков следует ввести двухступенный норматив обеспеченности, один из которых относился бы к величине обязательного во всех условиях водности обводнительного пуска в требуемом по экологическим или санитарным условиям режиме, второй – для условий нормальной водности. Естественно, что пониженные обводнительные пуски должны предусматривать выполнение всех мероприятий по поддержанию санитарных и экологических требований к водным ресурсам. Второй норматив, по расчетам авторов, может составить около 90 % по числу бесперебойных лет и относиться к обводнительному пуску в реку Москву в размере 30 м³/с.

Принятые правила управления, как показывают результаты расчетов, позволили обеспечить, насколько это возможно при заданных гидрологических характеристиках водотока и регулирующего объема рассматриваемых водохранилищ, определенный уровень снижения отдачи в маловодные годы. В данном случае допустимая величина снижения отдачи не должна превышать 20 % для водоподачи в Москву, а пуск в нижний бьеф Иваньковского водохранилища не может быть меньше 5 м³/с.

Обеспеченность обводнительного пуска. При обосновании надежности функционирования водно-ресурсной системы, предназначенной для водообеспечения крупного региона, кроме наиболее изученных экономических показателей возможного ущерба, у водопользователей при недостатке воды могут быть выделены и другие виды ущерба, например, социальный, моральный и экологический (природоохранный).

Высокий уровень надежности гарантированной водоотдачи водохранилищ водообеспечения Московского региона (95...97 % по числу бесперебойных лет) позволяет предвидеть возможные последствия срыва этой отдачи. Очевидно, что в крайне-маловодных условиях, когда теоретически должен наступить предполагаемый «срыв» отдачи, т. е. ее сокращение и, как следствие, ущерб в одной из перечисленных выше форм или их сочетаний, уменьшение по сравнению с гарантированной величиной, негативная нагрузка на природу и человека существенно возрастут по сравнению с обычными

благоприятными условиями. Так как водообеспечение Московского региона может быть подразделено на такие составляющие, как питьевое, коммунально-бытовое, промышленное и обводнительное, можно предположить, что в условиях недостатка воды все эти составляющие будут подвержены сокращению потребляемых водных ресурсов. Сокращение водных ресурсов для каждой составляющей будет иметь, по-видимому, разную степень.

Выводы

На всех реках страны должны быть введены строго регламентированные требования к режимам уровней и расходов воды в нижних бьефах водохранилищ. При соблюдении правил и норм очистки сбрасываемых в реку сточных вод такие режимы предотвратят загрязнение водотоков и водоемов, что позволит в дальнейшем использовать их в качестве источников водоснабжения населения и промышленности.

Наиболее отчетливо проблема надежности водообеспечения Московского региона проявляется сейчас в отношении обводнительных попусков. Отсутствие нормативов надежности для этого вида водопользования приводит к тому, что попуски

являются замыкающими элементами водохозяйственного баланса водоема. Авторы статьи рекомендуют ввести двухступенчатый норматив расчетной обеспеченности для разделения чисто водоснабженческой составляющей (питьевое и коммунально-бытовое водоснабжение) и обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов. Первая ступень норматива расчетной обеспеченности – обязательная и практически бесперебойная при всех условиях водности чисто водоснабженческой составляющей водохозяйственной системы Московского региона. Вторая ступень норматива расчетной обеспеченности может составить около 90 % (по числу бесперебойных лет) и относиться к обводнительному попуску в реку Москву в размере 30 м³/с.

Материал поступил в редакцию 22.09.14.

Исмайлов Габил Худуш оглы, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Гидрология, гидрогеология и регулирование стока»

Тел. 8 (495) 976-23-68

E-mail: gabil-1937@mail.ru

Клепов Владимир Ильич, доктор технических наук, доцент кафедры «Гидрология, гидрогеология и регулирование стока»

E-mail: vikleпов@rambler.ru

УДК 502/504:628.171

Ю. Г. БУРКОВА, С. Н. КАРАМБИРОВ, П. М. УМАНСКИЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
Институт природообустройства имени А. Н. Костякова

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОДОЛЬСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Приводится характеристика водозаборных скважин, питающих Подольский район Московской области. На основе имеющейся информации проведен кластерный анализ основных признаков, характеризующих работу скважин, который позволил выявить ряд закономерностей.

Водозаборные скважины, кластерный анализ, водоносный горизонт, дебит, понижение, удельный дебит.

There is given a description of the water intake wells feeding the Podolsk region of the Moscow area. On the basis of the available information there is given a cluster analysis of the basic features characterizing the work of wells which made it possible to reveal a number of regularities.

Water intake well, cluster analysis, water-bearing level, output, lowering, specific output.