

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА В БАССЕЙНАХ МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ И ВЬЕТНАМА

Колобаев А. Н., Фам Нгок Киен

Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, aletin@list.ru

Main principles of integrated water management in small rivers of Belarus and Vietnam, which are different by the intensive development of irrigation and limited water resources.

Введение

Прогнозируемое изменение климата [1] и растущие требования эколого-безопасного водопользования [2] определяют целесообразность строительства и эксплуатации водохозяйственных комплексов (ВХК) не только в бассейнах больших и средних рек, но и в водосборах малых рек, особенно при интенсивном использовании их водных ресурсов и сравнительно высокой вероятности затоплений территорий в отдельные годы и периоды. Поэтому целью настоящей работы является обоснование состава и основных параметров водохозяйственного комплекса применительно к бассейнам малых рек Республики Беларусь и Социалистической Республики Вьетнам. Под «основными параметрами» подразумеваются: емкость водохранилища комплексного назначения, площади земель, орошаемых за счет регулирования речного стока, объемы воды, подаваемой на нужды орошения, водоснабжения населения, промышленности и рыбного прудового хозяйства, а также попуски воды в нижний бьеф водохранилища для охраны природы, рекреации, любительского рыболовства, предотвращения затоплений и подтоплений пойм и прилегающих территорий. Для достижения поставленной цели решались задачи по определению условий формирования состава водохозяйственного комплекса, выбору или разработке новых методов оптимизации основных параметров ВХК с учетом реальных возможностей информационного обеспечения процесса принятия решений, формулированию условий применения предлагаемых методов.

Обоснование состава водохозяйственного комплекса

Несмотря на различия климатических и физико – географических условий Республики Беларусь и Социалистической Республики Вьетнам основные характеристики водных ресурсов и потребностей в воде (в их относительном выражении) имеют много общего. Во-первых, потребности в воде на орошение зависят от выпадающих осадков и, как показано в [3,4,5,6], не только статистически, но и физически связаны с величинами речного стока, во-вторых распределение (по годовым и месячным интервалам времени) речного стока малых рек примерно одинаково [5]. Кроме того, в бассейнах рек Беларуси и Вьетнама достаточно высока вероятность затоплений ценных пойменных земель и прилегающих к ним территорий.

На малых реках воздействие хозяйственной деятельности, как правило, проявляется четко и в сравнительно короткие сроки. В большинстве случаев оно зависит от деятельности лимитирующего водопользователя, являющегося ведущим участником ВХК. Применительно к бассейнам малых рек режим может быть:

- орошение;

- рыбное прудовое хозяйство;
- водоснабжение промышленности, городского и сельского хозяйства (с забором воды не только из рек, но и подземных источников, гидравлически связанных с реками);
- борьба с наводнениями (предотвращение длительных затоплений пойм с плодородными почвами и других земель за пределами пойм);
- обеспечение минимальных расходов воды в руслах рек для охраны природы, рекреации, любительского рыболовства, водного туризма, сохранения реки как ландшафта природы, а в исключительных случаях и для разбавления отводимых в реку сточных вод, которые по объективным причинам временно не могут быть очищены до нормативных значений.

Судоходство и лесосплав на малых реках как в Беларуси, так и во Вьетнаме не осуществляется. Гидроэнергетика может быть участником ВХК, но не ведущим, поскольку в Беларуси, особенно в Полесье, создание ГЭС на малых реках практически невозможно (по морфометрическим характеристикам), а во Вьетнаме малые ГЭС в наиболее благоприятных створах уже построены: к настоящему времени введено в эксплуатацию 473 малых ГЭС из запланированных 1239. В 2013 году Парламентом Вьетнама принято постановление [7], согласно которому из списка планируемых исключено 424 проекта, а для строительства остальных 342 ГЭС требуется дополнительное экономическое обоснование с учетом экологических и социальных условий. Строительство новой ГЭС может оказаться выгодным при ее включении в состав водохозяйственного комплекса малой реки.

Рыбное прудовое хозяйство не является лимитирующим участником ВХК, так как наполнение рыбоводных прудов производится в многоводные периоды. Требования рыбного прудового хозяйства, как правило, не противоречат требованиям других участников ВХК. Во Вьетнаме этот вид водопользования менее актуален, так как основной улов рыбы производится в море и в устьях больших рек, а пресноводные рыбы выращиваются не только в наливных прудах, но и в рисовых чеках.

Следовательно, в бассейнах малых рек как Беларуси, так и Вьетнама в зависимости от гидрологических, физико-географических, социально-экономических и других местных условий ведущим (лимитирующим) участником ВХК реально может быть: 1) орошение, 2) водоснабжение, 3) охрана природы и 4) борьба с наводнениями. При этом борьба с наводнениями даже в большей степени, чем рыбное прудовое хозяйство не является конкурентом первых трех водопользователей. Наоборот, создание водохранилищ для срезки пика катастрофических расходов воды дает возможность увеличить подачу воды из верхнего бьефа и попуск воды в нижний бьеф водохранилища в интересах других водопользователей.

Основополагающим связующим звеном между участниками ВХК является водохранилище, осуществляющее перераспределение речного стока во времени согласно требованиям водопользователей. Именно с помощью стокорегулирующих водохранилищ и русловых прудов (те же водохранилища, но меньшего объема) появляется возможность обеспечить противоречивые требования различных участников ВХК. Поэтому определение пределов эффективного регулирования речного стока является важнейшей задачей водохозяйственного планирования и проектирования. Не случайно, начиная со второй половины прошлого столетия [8], и до наших дней [9,10,11,12] оптимизации полезной емкости водохранилищ комплексного назначения уделяется пристальное внимание. К настоящему времени разработано большое количество корректных в теоретическом плане экономико–математических моделей [9,10,11]. Однако их внедрение сдерживается вследствие отсутствия или недопустимо высокой

погрешности необходимых для оптимизации исходных данных и прежде всего данных о зависимостях экономических показателей от водохозяйственных параметров. В этих условиях целесообразно использование общих принципов установления основных параметров ВХК в зависимости от планируемых целевых водохозяйственных показателей, учитывающих требования всех водопользователей, а также внеэкономических критериев оптимизации.

Требования охраны природы сводятся к установлению минимально необходимых расходов (объемов) воды в реке для экологических и других вышеупомянутых целей. Обоснование этой величины практически представляет собой нахождение компромисса между экологией и экономикой. Ее решение зависит от того, сколько средств то или иное государство реально способно потратить на экологические мероприятия для гарантии устойчивого социально-экономического развития. Совершенно очевидно, что эта задача должна решаться на государственном уровне, а не на стадии планирования управлением конкретного речного бассейна, тем более малого. Ее решению посвящено огромное количество научных работ во многих странах мира. В конечном итоге по результатам этих работ разрабатываются и утверждаются национальные нормативы и стандарты. В большинстве стран мира величина минимально необходимого расхода воды, оставляемого в руслах рек, принимается в процентах от расчетных гидрологических характеристик в лимитирующие периоды времени. В Республике Беларусь для летнего периода этот норматив установлен в размере 75 % от минимального месячного речного стока 95%-ой обеспеченности, а в Социалистической Республике Вьетнам – равным среднему расходу воды сухого (маловодного) сезона года 90%-ой обеспеченности. При обосновании оптимальной емкости водохранилищ это требование является обязательным и должно учитываться как жесткое ограничение.

Требования коммунально-бытового и промышленного водоснабжения характеризуются двумя основными планируемыми (или прогнозируемыми) параметрами: объем забора речных вод и ущерб (уменьшение) речного стока вследствие забора подземных вод, гидравлически связанных с речными [13]. Потребности в воде городского и сельского населения определяются на основе укрупненных удельных показателей на одного жителя. Эти потребности удовлетворяются в первую очередь, считаются заданными, подлежащими безусловному выполнению. Потребности в воде на нужды промышленности, определяемые в зависимости от удельных показателей на единицу продукции, объема этой продукции, водохозяйственных балансов предприятий или статистических данных о водопотреблении рассматриваемых и аналогичных предприятий, в принципе могут быть переменными (в сравнительно небольших пределах изменяться в большую или меньшую сторону). Однако на практике это трудно осуществимо по причине отсутствия достоверной информации об экономических (а иногда и социальных) последствиях недовыпуска промышленной продукции, а тем более ее выпуска в увеличенном объеме. Поэтому в оптимизационных расчетах требования водоснабжения, как и требования охраны природы, следует учитывать в виде ограничений.

Требования борьбы с наводнениями зависят от допустимой степени риска, которая подлежит серьезному экономическому обоснованию, что представляет собой отдельную крупную проблему, решаемую за рамками настоящей работы. Необходимый для борьбы с наводнениями объем водохранилища определяется из условия недопущения превышения заданных (по экологическим и другим ограничениям) уровней воды в нижнем бьефе при прохождении паводка расчетной обеспеченности. При обосновании полезного объема водохранилища комплексного назначения целесообразно проанализировать не один, а несколько вариантов аккумуляции воды в водохранилище с целью срезки пика

паводка. В частности, предлагается рассматривать следующие варианты обеспеченности (вероятности превышения) максимальных расходов воды в расчетный период паводка:

1) речной сток 5%-ой обеспеченности, величина которого чаще всего используется как в Беларуси, так и во Вьетнаме при планировании мероприятий по защите территорий от наводнений;

2) речной сток 10%-ой обеспеченности и соответственно практически минимальная величина объема водохранилища, достаточная при проведении комплексных мероприятий по борьбе с наводнениями, включающих, например, строительство дамб обвалования [15];

3) речной сток 1%-ой обеспеченности, рекомендуемый в особо ответственных случаях, когда затопления территорий могут привести к гибели людей или серьезным экологическим последствиям.

Естественно, необходимый для борьбы с наводнениями полезный объем водохранилища (установленный применительно к одному из вышеупомянутых вариантов) является минимальным для ВХК и может быть выше для удовлетворения требований других водопользователей.

По величине безвозвратного водопотребления из всех участников ВХК первое место в большинстве стран мира занимает орошение. Например, во Вьетнаме на нужды орошения используется более 80 % от общего количества используемой воды. Вьетнам – второй по величине мировой экспортер риса. В структуре водопользования Республики Беларусь долевое участие орошения значительно ниже. Однако в бассейнах малых рек Белорусского Полесья доля орошения может превышать 40 % [16], а в связи с прогнозируемыми сценариями изменения климата [1] этот процент будет только увеличиваться. Потребности в воде на нужды орошения определяются на основе данных о планируемых площадях орошаемых земель, составе сельскохозяйственных культур и нормах орошения по каждой культуре. При сопоставлении вариантов развития орошаемого земледелия можно ориентироваться на доминирующую культуру (например, рис во Вьетнаме). Тогда требуемые для орошения объемы воды могут определяться в зависимости от площадей орошаемых земель, которыми можно варьировать. Соответственно изменению площадей орошения изменяется величина подачи воды на орошение, от которой зависит объем водохранилища. Минимальное его значение определяется, исходя из обязательных требований других вышеупомянутых участников ВХК, а максимальное – с учетом предотвращения переработки русл малых рек [17]. В пределах этого диапазона находится оптимальное значение, соответствующее принятому критерию оптимальности. Вопросы оптимизации емкости водохранилища комплексного назначения и площадей орошаемых земель (в пределах площадей, пригодных для орошения) рассматриваются в отдельном докладе одного из авторов данной работы.

Таким образом, обоснование состава ВХК в бассейнах малых рек предлагается производить в следующей последовательности:

1) на планируемый расчетный период, который в принципе должен быть увязан со стратегией или планом общегосударственного социально-экономического развития, определяются потребности в воде населения, промышленности и (при необходимости) рыбного прудового хозяйства, а также объемы воды, оставляемые в руслах рек для охраны природы, обеспечения выполнения межгосударственных соглашений, рекреационных и других целей;

2) для расчетного маловодного года составляются водохозяйственные балансы [19] (за год в целом, каждый месяц, а во Вьетнаме, при наличии соответствующих исходных данных, и за декаду вегетационного периода) по бассейну реки или ее расчетному створу, за который принимается плотина водохранилища, нижняя граница города или промышленного центра:

3) по результатам составления водохозяйственных балансов определяется размер дефицита или избытка воды и производится расчет полезной и соответственно полной емкости водохранилища для покрытия расчетного дефицита воды, а при избытке воды производится расчет площади орошаемых земель за счет естественного речного стока;

4) на основании гидрографа максимального расчетного стока и требований недопущения превышения уровней воды в период половодья или паводка устанавливается необходимый объем аккумуляции речного стока в водохранилище для срезки пика катастрофических расходов воды; если этот объем меньше полезного объема, необходимого для покрытия расчетного дефицита воды, то он принимается равным вычисленному по п.3;

5) варьируя значениями полезной емкости водохранилища и площадей орошения в интервале их минимальных и максимальных значений (определенных с учетом пп. 3 и 4) вычисляется предложенный в [18] критерий оптимальности, минимальное значение которого будет соответствовать оптимальной емкости водохранилища и оптимальной площади орошения.

Заключение

Приведена общая схема обоснования состава ВХК с учетом особенностей малых рек Вьетнама и Беларуси, в которых лимитирующим водопользователем является орошение. Показано, что большинство параметров ВХК, определяемых согласно действующим национальным стандартам, являются ограничительными условиями для оптимизации важнейших параметров: емкости водохранилища комплексного назначения и площади орошаемых земель.

Предложенный в [18] критерий оптимизации в виде отношения суммы естественного и регулируемого речного стока на единицу орошаемой площади реализуем при отсутствии достоверной исходной экономической информации.

При наличии достоверных исходных данных о технико-экономических показателях состав и основные параметры ВХК оптимизируются по стандартному критерию минимума дисконтированных затрат или максимума дохода за планируемый интервал времени.

Список литературы

1. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата. Причины и следствия :В.Ф. Логинов. – Минск. Тетра Системс, 2008.– 240 с.
2. Яцык, А.В. Водогосударська екологія: у 4 т., 7 кн. – К : Генеза, 2004. - Т. 4.– Кн. 6–7. – 680 с.
3. Лихацевич, А.П. Сельскохозяйственные мелиорации / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича, - Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.
4. Методика определения режима орошения культур – Продовольственная сельскохозяйственная организация ООН –Irrigation and Drainage Paper No. 56, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations FAO, Rome, Italy. 1998. – 280 с.
5. Фам Нгок Киен. Обоснование объемов и режимов подачи воды на орошение в зависимости от стока рек предгорных районов Вьетнама. – Наука и техника. – 2015, № 2. – С. 61-66.
6. Волчек, А.А., Шешко, Н.Н. Оценка экологического стока реки Ясельда в створе водохранилища Селец: материалы Международной научно – практической конференции «Современные проблемы очистки сточных вод и охраны ресурсов поверхностных вод в Приграничье». – Брест, 24-25 сентября 2015, с. 12-2.
7. Постановление Парламента Вьетнама: Решение об усилении управления, планирования, строительства, эксплуатации гидроэнергетики - номер: 62/2013 / QN13 // Официальное сообщение - № 1007 + 1008 / Дата 30-12-2013 // с. 67-70

8. Проектирование схем комплексного использования водных ресурсов. Перевод с англ. – М.: Энергия, 1966. – 334 с.
9. Воропаев, Г.В., Исмаилов, Г.Х., Федоров, В.М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР. – М. Наука, 1984. - 313 с.
10. Косолапов, А.Е. Совершенствование процесса управления водными ресурсами бассейна реки на основе автоматизированных информационно – советующих систем. Автореферат докторской диссертации. – Екатеринбург: РосНИИВХ, 1996. –34 с.
11. Пряжинская, В.Г., Ярошевский, Д.М., Левит-Гуревич, Л.К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. – М : Физматлит. 2002. – 496 с.
12. Вода России. Экономико-правовое управление водопользованием. Под ред. А.М. Черняева. – Екатеринбург : Аква-пресс, 2000. – 408 с.
13. Черепанский, М.М. Гидрогеологические прогнозы влияния отбора подземных вод на речной сток // Природные ресурсы. – 1999. – № 3., С. 53–69
14. Вьетнамский национальной регламент: QCVN 04-05: 2012/BNNPTNT/ Национальный технический регламент о гидротехнических сооружениях - Основные условия для проектирования. – Ханой 2012. – 47 с.
15. Перехрест, В.С., Плужников, В.Н. Водохозяйственные проблемы использования и сохранения малых рек // Проблемы использования и охраны водных ресурсов. – Минск: Наука и техника, 1986. – С. 30–43.
16. Мухавец: энциклопедия малой реки / А.А. Волчек и др. Брест: Академия, 2006. – 344 с.
17. Михневич, Э.И. Деформация русел канализованных рек Белорусского Полесья и меры по их предотвращению / Э.И. Михневич // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: сб. научн. Трудов: в 2 т. – Брест: Академия, 2006.– Том 2. С.479–485
18. Фам Нгок Киен. Критерии оптимизации параметров водохозяйственного комплекса в бассейнах малых рек предгорных районов Вьетнама/ Наука и техника. – 2016 – N⁰². – С. 124–128.
19. Колобаев, А.Н. Рациональное использование и охрана водных ресурсов – Минск : БНТУ, 2005 – 172 с.

УДК 504.453/556.53

УСТАНОВЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОГО РЕЖИМА ВОДОТОКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Корнеев В.Н., Гертман Л.Н., Титов К.С., Булак И.А.

Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, г. Минск, Республика Беларусь,
v_korn@rambler.ru, lubov.hertman@yandex.ru, ktsitou@gmail.com, i_bulak@tut.by

The article describes the approaches to the determination of quantitative characteristics of the watercourses water regime to ensure their ecological functioning

Введение

Стратегическая цель в области сохранения водного потенциала страны состоит в улучшении качества водных ресурсов, сбалансированных с потребностями общества [1, 2].

При разработке программ устойчивого функционирования водохозяйственных систем различного уровня основными элементами, характеризующими возможности эффективного использования речного стока, являются характеристики водного ре-