

*В.Г. Орлов***К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ***V.G. Orlov***TO THE QUESTION OF ESTIMATION OF ECOLOGICALLY ADMISSIBLE IMPACT ON RIVER ECOSYSTEMS**

*Рассматриваются вопросы изъятия воды из речной экосистемы, последствия этих изъятий. Предлагается методика возможного изъятия воды, основанная на оценке минимального стока по отношению к годовому. Возможность объема изъятия оценивается в пределах 20 % от годового объема стока. Получена зависимость возможной величины изъятия от площади водосбора  $\Delta w = f(F)$ .*

*The author considers issues of water withdrawal from the river ecosystem and its effect. A procedure is proposed for admissible water withdrawal based on estimation of minimum flow regarding annual runoff. Admissible volume of the withdrawal is estimated within the limits of 20 % of annual volume of the runoff. Dependence between the admissible value of withdrawal and drainage area has been determined  $\Delta w = f(F)$ .*

Воды земного шара благодаря постоянному круговороту непрерывно возобновляются, оставаясь в целом без каких-либо изменений. Первоначально запасы воды казались неисчерпаемыми. Однако развитие человеческого общества, интенсификация промышленности, сельского хозяйства потребовали небывалого количества воды. Если вначале развития общества человек в сутки потреблял не более 6 – 10 л воды, то в настоящее время в крупных городах мира в сутки потребляется более 700 л! А ведь это только вода питьевого качества! Объем воды, который используется для удовлетворения потребностей промышленности и сельского хозяйства, не сопоставим с питьевым объемом. Возникла проблема воды! И возникла она потому, что везде расходуется в основном пресная вода, а ее-то на земном шаре чуть более 2,5 % от общих запасов. Капля в таком объеме общих запасов воды на земле!

Человечество стало проявлять законное беспокойство при использовании водных ресурсов. В 1977 г. в Аргентине состоялась конференция ООН по водным ресурсам, на которой было рассмотрено состояние водных ресурсов и характер хозяйственно-питьевого водоснабжения в различных географических зонах земного шара.

В 1981 г. XXXV сессия Генеральной Ассамблеи ООН провозгласила начало Международного десятилетия питьевого водоснабжения и санитарии, нацелив все силы на борьбу с бедствиями, вызываемыми количественным и качественным дефицитом питьевой воды в масштабе планеты. Ведь около 1100 миллионов людей на Земле (80 % сельского и 23 % городского население

ния) не обеспечены достаточно чистой водой! 150 миллионов городского населения Земного шара (25 %) не обеспечены какой-либо системой удаления примесей из воды. В сельском хозяйстве это касается 1200 миллионов жителей (80 %). Понятна тревога, прозвучавшая в ООН [Владимиров, 1990]!

Развитие научно-технического прогресса сопровождается активным воздействием человека на природную среду. Конечно, принимаются меры по охране окружающей среды, но состояние ее продолжает ухудшаться, поскольку масштабы воздействия хозяйственной деятельности на природу стали гигантскими.

Вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов требуют специальных научных исследований (изучение качественных и количественных изменений водных ресурсов в результате хозяйственной деятельности), о чем говорилось еще на IV Всесоюзном гидрологическом съезде и на I Международной конференции по использованию и охране природных ресурсов (1968 г.) [Фашевский, 1996].

В настоящее время все водные объекты суши, будь то речные или озерные экосистемы, практически являются источниками водопотребления для промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства, которые не могут нормально функционировать без определенных объемов воды в своих циклах деятельности.

К сожалению, водные объекты являются не только источниками водоснабжения, но и местом сброса отработанных сточных вод после использования воды в различных отраслях хозяйства. Где-то таких сточных вод мало, но где-то очень много. Нельзя забывать, что сброс в водные экосистемы даже небольшого количества сточных вод может привести к негативным последствиям для естественного режима экосистемы. При этом можно отметить два направления влияния антропогенной деятельности на водные объекты. Первое – это загрязнение водных источников, а второе – их истощение.

Под «загрязнением» понимается внесение в окружающую среду и появление в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических компонентов.

«Истощение вод» характеризуется уменьшением минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращением запасов подземных вод. Минимально допустимым стоком в данном случае является сток, при котором обеспечивается экологическое благополучие водного объекта и условия водопользования.

И то, и другое, в первую очередь, связано с изъятием воды из водного источника. Отношение специалистов к учету этих факторов антропогенной деятельности различно. Так, при оценке «загрязнения», были разработаны для контроля за ним предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, которые сбрасываются в водные экосистемы, а также было введено понятие допустимого сброса (ПДС), которое является порогом для возможного загрязнения. И то, и другое (ПДК, ПДС) закреплено в специальной норма-

тивной документации – СНиПы, «Правила...» и т.д. Это официальные нормативные документы по оценке загрязнения.

Что же касается «истощения» вод, то до настоящего времени каких-либо нормативных документов в этом отношении нет. Ряд организаций ведет в этом направлении работу, но конечные результаты не являются нормативными. Говоря об истощении водных ресурсов, необходимо отметить, что оно может возникнуть или быть обусловлено как естественными природными процессами (колебаниями климата), так и антропогенным (искусственным) воздействием на водный объект [Орлов, 1999].

Понятно, что естественные природные процессы носят стихийный характер – их учесть сложно, а искусственное воздействие может быть учтено и даже спрогнозировано на какой-то период. Ведь под антропогенным воздействием на водные ресурсы, которое вызывает истощение или уменьшение стока в результате его зарегулирования или изъятия воды на хозяйственные нужды, понимается конкретная величина стока, необходимая для работы предприятий и комплексов, которые могут быть обоснованы нормативными актами. В то же время каких-либо нормативных документов по расчету и обоснованию возможной величины изъятия воды нет. А ведь с изъятием воды из русловой сети могут возникать самые неожиданные процессы и явления в реках. К этим изменениям может быть отнесено:

- уменьшение скорости движения воды в руслах рек и, как следствие, их заиление и зарастание;
- понижение уровня грунтовых вод, что вызывает уменьшение дебита естественных источников;
- изменение влагообеспечения почвы;
- нарушение естественно биологического и гидрохимического режима водного объекта, что сказывается на условиях жизнедеятельности флоры и фауны в экосистеме.

Последнее является наиболее серьезным фактором при оценке экологического состояния водного объекта, поскольку именно уменьшение объема воды в русловой сети ниже предельного его значения, с точки зрения экологии, и вызывает нарушение в естественных жизненных процессах водного объекта. Поэтому нельзя бездумно забирать воду, нарушая экологию водного объекта, необходимо знать тот предел, ниже которого будет иметь место экологическое неравновесие.

Согласно проведенным исследованиям расход воды в русле не должен быть ниже минимально допустимого расхода. Этот расход может быть назван экологическим стоком. Это то количество воды, которое должно находиться в водном объекте для обеспечения условий нормального существования гидробионтов при антропогенном воздействии на него и с сохранением необходимого количества воды. Другими словами, экологическое состояние реки будет неудовлетворительным, если расход воды в ней за период нарушенного

стока (период изъятия воды) будет меньше экологического стока этой реки при ее естественном режиме. Можно считать, что минимальный экологический расход в реке – это природный барьер на пути антропогенного вмешательства в естественный режим в экосистеме. Этот предел не может быть ниже минимального стока за период наблюдений. [Орлов, 1999].

Последние исследования рекомендуют за базисный расход принимать минимальный месячный сток 80 %-ной обеспеченности, поскольку именно эта величина может быть получена по картам атласа СНИПа 2.01.14-83, а это немаловажно для рек, где наблюдений нет [Овчаров, 1994].

Таким образом, основным источником анализа и оценки минимально допустимого расхода (МДР) является минимальный сток речной системы, который дает возможность оценить объем воды в русловой сети по минимальному расходу 80 %-ной обеспеченности и определить возможную величину ее изъятия, не переходя границу предельного объема, определенного по минимальному стоку 80 %-ной обеспеченности.

Нельзя забывать, что величина экологического стока в течение года не остается постоянной, и в этом случае ее целесообразно определить для каждого месяца или сезона. В то же время при стабильном изъятии воды в течение года достаточно точно можно определить объем изъятия воды, оценивая его в процентах от годового объема за многолетний период или за годы любой обеспеченности. Возможный забор воды из речной системы в этом случае может быть определен как разность естественного и экологического стоков.

Учитывая все вышесказанное, была предпринята попытка оценить возможный объем изъятия воды из русловой сети в процентах от многолетнего объема и по объему воды, рассчитанному по минимальному месячному расходу 80 % обеспеченности. Такие расчеты были выполнены для различных речных систем Европейской территории России.

Были рассмотрены речные системы, расположенные в Псковской, Новгородской, Тамбовской областях, и реки бассейна р. Вятка и р. Самара. Для анализа были получены расчетные параметры годового и минимального месячного стока, рассчитаны многолетние объемы воды в русловой сети всех рассмотренных рек, вычислены годовые объемы воды в них с учетом среднего многолетних минимальных месячных расходов воды 80 %-ной обеспеченности. Все это позволило определить разницу ( $\Delta W^n$ ) между многолетним объемом воды в русловой сети ( $W_o$ ) и объемом, полученным по  $Q_{\text{ср мин}}$  месячному расходу 80 %-ной обеспеченности ( $W'_{80}$ ).

В какой-то степени мы оцениваем водные ресурсы всех рассмотренных рек, а также те ресурсы, которые могут быть изъятые на различные нужды, не вызывая каких-либо экологических изменений в речной сети. Всего было использовано 5 речных систем с диапазоном площадей от 100 до 22 500 км<sup>2</sup>. С учётом рассчитанных объемов по рассмотренным речным системам была построена связь  $W_o = f(W'_{80})$ , которая оказалась единой для всех рек рассмот-

ренных районов. Связь прямолинейна с разбросом в диапазоне малых рек. Аналитическое выражение связи –  $W'_0 = 0,20 W_0$ , т.е. величина  $W'_{80}$ , как правило, в среднем составляет 20 % от многолетнего объема.

В то же время связь разности этих объемов ( $\Delta W' = W_0 - W'_{80}$ ) с площадью водосбора рек указала на единую зависимость для рек Псковской, Новгородской областей и рек бассейна Вятки. Что же касается рек Тамбовской области, то зависимость  $\Delta W' = f(F)$  идет несколько ниже, что, вероятно, связано с режимом этих рек и особенностями питания. Связи имеют параболическую зависимость.

Полученная зависимость  $\Delta W' = f(F)$  может быть использована для ориентировочной оценки возможной величины изъятия воды ( $\Delta W$ ) по площади водосбора без трудоемких расчетов годового и минимального 80 % объемов воды в русловой сети, но только для рек, рассмотренных районов.

Указанные выше речные системы расположены в Северо-Западном регионе, и условия их формирования, строение и гидрологический режим близки, о чем можно судить по зависимостям  $\Delta W' = f(F)$ , да и общая для всех рек величина  $W'_{80}$ , составляющая 20 % от объема годового стока, также подтверждает сказанное выше.

В 2006 г. использованная методика по оценке экологического стока речных систем была применена к речным экосистемам Западной Сибири. В частности, были использованы реки бассейна р. Тобол. Этот район выбран не случайно, так как реки Западной Сибири имеют свои условия формирования в отличие от рек Европейской территории России (ЕТР), а главное – это крупные реки с большими площадями водосборов. Построенные для рек бассейна р. Тобол связи  $\Delta W' = f(F)$  показали, что связь есть, но разброс точек существенно отличается от ранее полученных связей по рекам ЕТР. Анализ показал, что причина такого явления заключается в наличии больших пойм, характерных для рек Западной Сибири и изъятия существенных объемов воды на хозяйственные нужды, а ведь все расчеты выполнялись с учетом русловой части.

Расчеты показали, что экологический сток 80 %-ной обеспеченности на реках бассейна Тобола составляет от годового объема 10 %, что в два раза меньше, чем на реках ЕТР. Таким образом, мы имеем несколько другие условия при формировании стока и причина здесь – в наличии больших пойм, которые имеют существенное значение в оценке рыбопродуктивности рек и в жизни зоопланктона. Такой показатель, как продолжительность затопления поймы и глубина ее затопления, является гидроэкологическим показателем и представляет определенный интерес для соответствующих организаций [Орлов, 2005].

Как показали исследования ряда авторов, для поддержания экологического благополучия в реках необходимо поддерживать водный режим во все фазы водного режима – половодье, паводки, межень – на определенном уровне и с учетом водности года, но не выходя за рамки естественного колебания водности. С указанным положением нельзя не согласиться, что мы уже отмечали в своих исследованиях.

Для более объективной оценки объемов изъятия воды целесообразно выполнять помесячные оценки объемов воды, что связано с естественным гидрологическим режимом речной экосистемы.

Вернувшись к вопросу о стабильности изъятия воды в течение года, нужно отметить, что в этом случае необходим дифференциальный подход на протяжении года. Исследования показали, что в нелимитированный период объемы изъятия воды ничем не ограничены. В период пониженного стока (зима, лето-осень) необходим особый подход, при котором надо иметь тот средний расход при изъятии, который формирует объем изъятия. Полученный расход сравнивается со среднемесячным расходом и оценивается возможная величина изъятия [Орлов, 2005].

Так, наши исследования показали, что на реках Северо-Западного региона дополнительная оценка необходима для 2 – 4 месяцев в лимитированный период, а для рек Вятки это может быть и 8 – 9 месяцев. Это говорит о том, что для объективной величины изъятия воды необходим помесячный анализ объемов изъятия.

Таким образом, обобщая выполненные исследования по оценке возможного изъятия воды, можно отметить, что предложенный вариант расчета может быть использован на реках различных районов. В каждом конкретном случае для оценки возможного изъятия воды необходим анализ не только гидрологического режима, но и строения речной системы.

### **Литература**

1. *Владимиров А.М.* Гидрологические аспекты экологии. // Тр. ЛГМИ, 1990, вып. 107, с. 71–82.
2. *Владимиров А.М., Иманов Ф.А.* Принципы оценки экологического стока рек. // Тр. РГГМИ, 1994, вып. 116, с. 4–7.
3. *Владимиров А.М., Орлов В.Г., Сакович В.Н.* Экологические аспекты использования и охраны водных ресурсов (вод суши). – СПб.: изд. РГГМИ, 1997. – 126 с.
4. *Овчаров Е.Е., Захаровская Н.Н., Ильинич В.В.* Допустимые минимальные расходы воды в малых реках. // Тр. РГГМИ, 1994, вып. 116, с. 164–167.
5. *Орлов В.Г.* Вариант оценки возможного изъятия воды из русловой сети без нарушения экологии речной системы. // Тр. РГГМИ, 1999, вып. 121.
6. *Орлов В.Г., Трушевский В.Л.* Экологические аспекты водопользования. – СПб.: СПб. гос. ун-т, 1999. – 184 с.
7. *Орлов В.Г.* Проблема истощения водных ресурсов и подход к ее решению. // Сб. трудов международной школы-конференции – СПб.: изд. РГГМУ, 2005, с. 121–124.
8. Указания по установлению минимальных допустимых расходов воды в реках для охраны природы (временные). – Минск: ЦНИИКИВР, 1977.
9. *Фащевский Б.В.* Основы экологической гидрологии. – Минск, 1996. – 240 с.
10. *Фащевский Б.В.* Оценка допустимых изъятий поверхностного стока для ИППВ с учетом природоохранных мер. Рекомендации по проектированию орошения на подземных водах с искусственным регулированием их запасов и учетом природоохранных мер. – М.: Союзводпроект, 1986, с. 136–137.
11. *Черняев А.М.* Управление водными ресурсами в агропромышленном регионе (Урал и Приуралье). – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 246 с.