

ДАННЫЕ О МИНИМАЛЬНОМ РЕЧНОМ СТОКЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

С.А. Гавриков

ОАО «ДальНИИГиМ», г. Владивосток, Россия

Данные о минимальном речном стоке – наименьшем за интервалы времени обычно до 30 суток (или месяца), декады или суток внутри меженного зимнего или летне-осеннего периода – требуются при разработке проектов хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения, в горнодобывающей промышленности, водном транспорте, рыбном хозяйстве, проектировании ГЭС, ТЭЦ, АЭС. Большое значение данные о минимальном стоке имеют для орошения земель, которое является весьма крупным водопотребителем с очень неравномерным режимом потребления воды и которое в большинстве районов обычно осуществляется в период, когда реки имеют наименьшую водность. Без характеристик минимального речного стока не могут решаться задачи охраны поверхностных вод от истощения и загрязнения, поскольку эти характеристики отражают природные ограничения водопотребления и водопользования и условия существования биоценозов экосистем в критические по маловодности рек периоды. Отражаемые ими минимумы речного стока являются лимитирующими, а иногда и катастрофическими – в периоды длительных засух – для человеческого общества. Поэтому данные о минимальном стоке, как правило, имеют определяющее значение при разработке мер по упорядочению использования и охране водных ресурсов и относятся к разряду основных гидрологических характеристик.

Следует отметить, что сток малых рек в наибольшей мере подвержен заметному влиянию местных (азональных) природных и антропогенных факторов. И это влияние особенно заметно проявляется в период межени – и зимней и летней. В большей или меньшей степени такое влияние может быть обнаружено по отдельным участкам течения большинства малых рек, особенно рек территорий, сложных по рельефу и геологическим условиям.

Поэтому при проектировании объектов, связанных с использованием водных ресурсов малых рек, ответственнейшими моментами еще на стадии составления проектного задания являются, во-первых, правильность выбора створа для строительства водохозяйственной установки, а во-вторых, надежность определения расчетных характеристик стока реки, в том числе характеристик минимального стока. Наряду с соблюдением других условий, чаще всего бывает целесообразным расположить створ по возможности вне зоны возможного влияния некоторых из местных факторов.

В практике водохозяйственного и мелиоративного проектирования обычно применяются такие характеристики минимального стока, как средние за 30 суток (или месяц) и сутки с наименьшим стоком, наблюдавшимся в данном сезоне, расходы воды 75–97 %-ной ежегодной вероятности превышения (обеспеченности). При водозаборах без регулирования речного

стока или при неглубоком сезонном его регулировании, особенно применительно к водопотреблению на орошение, кроме указанных характеристик расчетными могут являться минимальные расходы воды с декадным осреднением стока во времени.

Минимальный средний 30-суточный расход воды всегда меньше среднего месячного (календарного) или, в крайнем случае, равен ему. Если разница между минимальным средним месячным и 30-суточными расходами воды для рек данного района незначительная (не превышает 5–9 %), то можно считать допустимым использование среднего месячного расхода.

В южной части российского Дальнего Востока средние месячные и 30-суточные расходы воды минимальные за период открытого русла различаются между собой по величине в значительно большей степени, чем эти же характеристики за зимний сезон, что обусловлено паводковым режимом рек региона в летне-осенний период.

Минимумы стока за период открытого русла часто бывают приуроченными к периодам гидрологического режима рек, переходным от открытого русла к ледоставу и наоборот. Поэтому для расчетов минимального летнего стока применительно к водопотреблению на орошение, а также комплексному использованию стока, включающему водопотребление на орошение, должны использоваться данные о стоке, минимальном не за весь период открытого русла, а внутри него за вегетационный период, в течение которого производятся поливы сельскохозяйственных культур. Для южной части российского Дальнего Востока таким периодом является май–август [6].

Помимо расчетных значений минимального стока, могут требоваться и его временные характеристики. Обычно это календарные месяц и декада, когда наблюдается минимальный сток, а также продолжительность периодов пересыхания и промерзания водотока в заданном створе.

Характеристики минимального стока необходимы и для решения задач охраны вод от загрязнения и истощения. В промышленно развитых районах сброс сточных вод по своей величине может не только быть сопоставимым с минимальным стоком естественного водоприемника, но и превышать его. Поэтому даже очищенные сбросные технические воды могут привести к загрязнению реки в результате накопления загрязняющих веществ в русле.

Первичными приемниками промышленных, агропромышленных и бытовых сточных вод в природе обычно являются малые и средние реки. Малые реки (речки, ручьи) формируют водный режим средних и, в конечном счете, больших (транзитных) рек, впадают непосредственно в естественные и искусственные замкнутые и проточные водоемы, в крупные озера, в моря. Особенностью загрязнения производственными и бытовыми сточными водами малых, а в некоторых случаях и средних рек водоприемников является высокая концентрация загрязняющих веществ в речных водах. Поэтому эти категории водоприемников в первую очередь нуждаются в экологической защите. По ним должны проводиться контрольные наблюдения за качеством воды с одновременными измерениями расхода

воды (для определения объема выноса загрязняющих веществ). По данным таких наблюдений, а также наблюдений в приустьевых створах всех крупных притоков главной реки речного бассейна и в створах на самой главной реке выполняются балансовые гидрологические и гидрохимические расчеты. Результаты этих расчетов позволяют отслеживать объемы выноса загрязняющих веществ, поля загрязнения, процессы самоочищения водных объектов и прогнозировать качество воды в бассейнах более крупных рек, а также в водоемах, в которые впадают первичные естественные водоприемники (или частью гидрографической сети бассейнов которых последние являются).

Для определения кратности разбавления сточных вод используются данные о минимальном стоке. В настоящее время экологическая защита водоисточника как в санитарном отношении, так и в отношении соблюдения требований хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения, водопотребления на орошение, гидроэнергетического водопользования и рыбного хозяйства регламентируется рядом специальных правил. Так, согласно Правилам [4], «для зарегулированных водотоков устанавливается гарантированный расход ниже плотины (санитарный попуск) с учетом возможных обратных течений в нижнем бьефе». По Санитарным правилам [5], «величина минимального санитарного попуска должна быть не меньше минимального среднесуточного расхода водотока в бытовом гидрологическом режиме летней и зимней межени года 95 % обеспеченности». Для определения кратности разбавления сточных вод в контрольном створе водопользования по не зарегулированным водотокам следует принимать расчетное условие минимального среднемесячного расхода воды 95%-ной ежегодной вероятности превышения.

Знание такого рода правил не только необходимо при проектировании и эксплуатации гидроузлов различного назначения, но и весьма полезно для точного определения задач научных территориальных гидрологических обобщений, проводимых с целью разработки практических приемов расчета минимального стока для случаев отсутствия и недостаточности данных гидрометрических наблюдений.

В 1995 году автором разработана методика гидрологических работ при проведении комплекса гидрохимических наблюдений и прогнозирования изменений химического состава и загрязненности вод малых и средних рек по их течению и во времени. Основой разработки явился опыт анализа формирования химического состава поверхностных вод и донных русловых отложений при составлении «Схемы восстановления и охраны водных ресурсов бассейна реки Кневичанка в Приморском крае» (ДальНИИГиМ, 1994–1995 гг.) [1]. В бассейне малой реки Кневичанка, впадающей (через посредство устьевое участка реки Артемовка) в вершину Уссурийского залива Японского моря, в частности, расположены город Артём с предприятиями угледобывающей промышленности, аэропорт города Владивосток, крупный свиноводческий комплекс, две птицефабрики, крупная ТЭЦ с золоотвалом. Методика предназначена для организаций,

осуществляющих наблюдения за качеством поверхностных вод суши и вод прибрежных морских акваторий. Область применения методики:

- составление гидрохимического (водно-солевого) баланса реки на дату обследования;
- определение объемов выноса загрязняющих веществ в водоприемники второго порядка: более крупная река, озеро, водохранилище, обособленная прибрежная морская акватория (бухта, залив);
- прогноз концентраций поступающих со сточными водами загрязняющих веществ в водах водоприемника на различные, в первую очередь, критические фазы его гидрологического режима (минимумы стока летней и зимней межени).

Сущность задач гидрологического обеспечения наблюдений за химическим составом и загрязнением воды на реках и водоемах и внесенных автором предложений состоит в следующем.

Чтобы отслеживать поля загрязнения поверхностных вод в речном бассейне содержащимися в сточных водах вредными примесями, а также происходящие процессы самоочищения водотоков и водоемов, необходимо иметь водно-солевые балансы реки. Водно-солевой баланс – это увязанные между собою наблюденные или расчетные концентрации и объемы выноса различных растворенных естественных химических соединений и загрязняющих веществ, определенные для створов, замыкающих отдельные участки речного бассейна на данный момент времени (практически на данную дату). Водно-солевой баланс составляется на основе данных наблюдений за химическим составом воды и водного баланса реки. Водный баланс реки – в данном случае, это увязанные между собою расходы воды в расчетных створах данной реки и ее притоков различных порядков на данный момент времени, либо таким же образом увязанные расчетные объемы стока воды за какой-либо интервал времени внутри года, за год или многолетие для тех же створов.

С целью сокращения затрат времени на полевые работы и достижения эффекта гидрометрической и гидрохимической съемки расходы воды измеряются в межень только по отдельным, репрезентативным створам, по возможности приуроченным к створам отбора проб воды на химический анализ. Для остальных створов расходы воды рассчитываются с использованием эмпирических формул (через модули стока с учетом выявленных эмпирических зависимостей величин речного стока от физико-географических факторов) или балансовым способом, в зависимости от конкретной гидрологической ситуации. Расчетные расходы и объемов стока воды водотока водоприемника для характерных фаз гидрологического режима определяются по территориальным методикам определения расчетных характеристик стока – годового стока, его внутригодового распределения, минимального летнего и зимнего стока. Данные о годовом стоке необходимы, в частности, для определения расчетных значений минимального стока при отсутствии данных гидрометрических наблюдений.

Для территории южной части российского Дальнего Востока (Средний и Нижний Амур, Приморье) вышеупомянутые методики определения расчетных характеристик стока разработаны автором в 1970–1990 годах.

Основные преимущества методик перед существующими аналогами следующие.

1. В них используются разработанные способы выявления и учета возможного влияния на сток малой реки местных факторов.

2. Предусмотрены методические приемы по устранению неопределенностей, возникающих при установлении расчетного календарного внутригодового распределения стока рек с паводковым режимом по статистически наиболее строгому и совершенному в настоящее время методу компоновки.

3. Региональная гидрометрическая информация по минимальному летнему стоку рек обобщалась за вегетационный период, а не за период открытого русла, как это делалось при разработке аналогов. Благодаря такому приему, устраняется генетическая неоднородность обобщаемой исходной информации, поскольку в информации за период открытого русла минимальные расходы воды часто бывают приурочены к переходным фазам гидрологического режима рек: от открытого русла к ледоставу и наоборот. Значения минимального стока за период открытого русла при необходимости можно определить через переходные коэффициенты.

4. Все основные расчетные формулы, связывающие характеристики стока и с ведущими факторами, представлены также в виде удобных для пользования расчетных графиков – эмпирических линий множественной регрессии. Графики сокращают затраты времени на выполнение инженерных гидрологических расчетов до возможного в настоящее время минимума и позволяют контролировать результаты расчетов по формулам.

Научное обоснование методик и практические приёмы расчетов минимального летнего и зимнего стока, а также годового стока и его распределения внутри года по сезонам, месяцам и декадам опубликованы в работах автора [2, 3]. Элементами практических приемов расчетов стока являются карты гидрологических районов, формулы и графики эмпирических зависимостей величин стока от ведущих факторов, таблицы районных параметров формул, районные схемы распределения стока внутри года по месяцам и декадам, рекомендации по выявлению и учету местных факторов на величины стока в заданном створе. Методологические основы методик могут быть использованы при разработке практических приемов определения расчетных характеристик речного стока, в частности, минимального стока, для всего российского Дальнего Востока и более обширной территории.

Литература

1. Г а в р и к о в С. А., Г о л о в и н В. Л. Гидрологическое обеспечение экологической защиты рек при выпуске сточных вод // Инженерные решения проблем экологии прибрежных регионов. Проблемы жизнедеятельности: Материалы 2-й Тихоокеан. экол. конф. – Владивосток, 1995. С. 30.
2. Г а в р и к о в С. А. Инженерно-гидрологические основы решения

водохозяйственных проблем юга Дальнего Востока // Экологические и экономические проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке России: Сб. науч. тр. ДальНИИГиМ. – Владивосток: ДВО ДОП РАН, 2001. Вып. 14. С. 129–157.

3. Г а в р и к о в С. А. Районирование юга Дальнего Востока России для оценки коэффициентов асимметрии и автокорреляции в рядах годового и минимального стока рек // Тез. докл. VI Всерос. гидролог. съезда. 28 сентября–1 октября 2004 г., Санкт-Петербург. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. Секция 5. С. 179–180.

4. Правила охраны поверхностных вод: (типовые положения) / Государственный комитет СССР по охране природы. – М. 1991. – 35 с.

5. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ: СанПиН 3907-85. – М.: Минздрав СССР, 1985. – 22 с.

6. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР / Минводхоз СССР. – М., 1984. – 346 с.