

УДК 577.4:333.93:551.48

**ВОДНЫЙ БАЛАНС ПРИРОДООХРАННЫХ ПОПУСКОВ Р. ШУ**

Доктор техн. наук      А.К. Заурбек  
   Г.С. Сарсекеева

*Для восстановления экосистемы низовий реки Шу необходимо знать все составляющие руслового водного баланса*

Нерациональное использование водных ресурсов бассейна р. Шу привело к деградации природных ресурсов, засолению земель и обострению социального положения в низовьях реки Шу. Для решения проблемы необходимо разработать и осуществить мероприятия по стабилизации экологической обстановки. В первую очередь решить проблему водообеспечения и водоснабжения населенных пунктов качественной питьевой водой и разработать схему использования и охраны водных ресурсов бассейна реки. К первоочередным мероприятиям следует отнести снижение уровня хозяйственного использования земельных ресурсов в бассейне реки, строгое лимитирование забора воды, внедрение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, снижение сбросов сточных вод, внедрение хозрасчетных отношений в водном хозяйстве, комплексную реконструкцию орошаемых земель.

Биологическая продуктивность природных комплексов низовий бассейна реки Шу определяется затоплением пойменных земель, гидрологическим и гидрохимическим режимами озерных систем и других водных объектов. Добиться стабилизации биологической продуктивности природных комплексов при ограниченных расходах воды на природоохранные попуски возможно за счет инженерного переустройства и управления пойменными разливами. Инженерное обустройство русловой пойменной части реки позволит в два раза сократить удельные расходы воды на затопление пойменных сенокосов (с 10...13 до 5...6 тыс. м<sup>3</sup>/га).

Для восстановления дельты и низовий реки Шу необходимо более эффективно использовать сток р. Шу, а также сточные воды промышленности городов и поселков. Проработать вопросы целесообразности сеяния влаголюбивых культур (больших площадей свеклы в бассейнах р. Шу) глубокого регулирования стока реки водохранилищем и разработка влагосберегающей технологии орошения для резкого снижения забора воды из реки.

Интенсивное развитие орошаемого земледелия в бассейне реки Шу и зарегулирование стока привело к резкому сокращению объемов стока низовий. В маловодные годы обеспечивалось только частичное увлажнение Гуляевской дельты, в годы средней водности вода не поступала в Южно-Казахстанскую область (ЮКО). За период 1975...1986 годы пойма низовий практически полностью деградировала. С 1987 года решением правительства Республики ежегодно осуществляются зимне-весенние попуски объемом 1...2 млрд. м<sup>3</sup> и более в зависимости от водообеспеченности года. Это позволяло производить затопление 90...133 тыс. га пойменных сенокосов, 20...35 тыс. га озерно-речной системы, подпитку грунтовых вод на прилегающих к пойме пастбищах.

Долина р. Шу в низовьях представляет ряд разновозрастных дельтовых расширений, соединенных между собой узкими горловинами. Русло реки в дельтах разветвляется на массу протоков, которые при переходе из одной дельты в другую сливаются воедино, а при выходе вновь дробятся. Общая протяженность 4-х дельт составляет 460 км, в том числе Гуляевской – 150 км, Уланбельской – 100 км, Камкалинской – 150 км и Ащикольской – 60 км.

Территория низовий относится к зоне пустынь, климат резко континентальный. Годовая сумма осадков от 161 мм (с. Тасты) до 216 мм (с. Фурмановка), из них в осенне-весенний период 122...155 мм. Возможные отклонения суммы осадков в годы разной обеспеченности (10 % и 90 %) составляют 50 % среднемноголетних значений.

Испарение с водной поверхности в низовьях реки Шу колеблется от 895 мм (с. Фурмановка) до 185 мм (с. Тасты). Анализ баланса атмосферных осадков и испарения с водной поверхности показывает, что в период попусков с ноября по апрель наблюдается дефицит влаги: по с. Фурмановка – 88 мм, с. Уланбель – 95 мм, с. Тасты – 122 мм. При удлинении сроков попуска до 15 мая дополнительные потери на испарение увеличиваются на 50...100 мм.

Анализ воднобалансовых характеристик природоохранных попусков 1987...1995 годов показывает, что минимальные удельные затраты воды на увлажнение поймы имеют место при попусках объемом 1100...1200 млн. м<sup>3</sup>. При этом площадь затопляемых сенокосных угодий составляет 101...110 тыс. га, тогда как при максимальных природоохранных попусках – 133 тыс. га. Удельные расходы воды на затопление одного гектара: в среднем по низовьям – 10900 м<sup>3</sup>, по Мойынкумскому району – 13100 м<sup>3</sup>, Сарысускому району – 8650 м<sup>3</sup>, Сузакскому району – 11300 м<sup>3</sup>. В

Южно-Казахстанскую область поступает 150 млн. м<sup>3</sup> воды, обеспечивая затопление 14,2 тыс. га пойменных земель.

Время добегания попусковой волны от Фурмановского гидроузла до границы Южно-Казахстанской области в зависимости от расхода у фронта волны (100...150 м<sup>3</sup>/с) составляет 90...100 суток.

Полезный объем воды, затрачиваемый на увлажнение поймы, равен 420...440 млн. м<sup>3</sup>, на заполнение озерно-речной системы – 250...270 млн. м<sup>3</sup>. При попусках в период с 01.12 по 01.05 фактические потери на испарение в среднем равняются 165 мм, в том числе по участкам: Фурмановка – Уланбель – 110 мм, или 66,5 млн. м<sup>3</sup>; Уланбель – граница ЮКО – 180 мм, или 82,8 млн. м<sup>3</sup>; граница ЮКО – конец сток – 226 мм, или 31,7 млн. м<sup>3</sup>. Расход воды на подпитку грунтовых вод, который необходим исходя из экологических и социально-экономических потребностей, колеблется в пределах 320...350 млн. м<sup>3</sup>.

При природоохранных попусках в многоводные годы (более 1600 млн. м<sup>3</sup>) удельные расходы воды на затопление достигают 13...15 тыс. м<sup>3</sup>/га, обеспечивается затопление пастбищно-сенокосных угодий на площади не менее 125 тыс. га (93 % затопляемых площадей). В Южно-Казахстанскую область поступает не менее 300 млн. м<sup>3</sup> воды. Попуск менее 1100 млн. м<sup>3</sup> практически не обеспечивает подачу в Сузакский район 100 млн. м<sup>3</sup>, т.е. необходимого минимума для поддержания экосистемы.

Из приведенного анализа видно, что сокращение непроизводительных потерь возможно только за счет их снижения на испарение. Уменьшение длительности попускового периода на 10 суток приводит к снижению потерь на испарение до 50...60 млн. м<sup>3</sup>. Это возможно сжатием волны попуска и увеличением расходов в ее гребне. Другим эффективным мероприятием по сокращению непроизводительных потерь воды является инженерное переустройство поймы с организацией систем лиманного орошения, в первую очередь в дельте Гуляевских разливов.

Водный баланс речного водосбора отражает процессы круговорота воды в природе и состоит из ряда элементов, которые в соответствии с самим понятием «баланс» делят на приходные и расходные элементы. К числу приходных элементов водного баланса относятся атмосферные осадки и все другие виды поступления влаги из атмосферы, а также приток воды из-за пределов речного водосбора в виде речных или подземных вод. К числу расходных элементов относятся все виды испарения, а также отток воды за пределы водосбора по речному руслу или подземным путем.

Водный баланс речного водосбора формируется в результате сложного взаимодействия вертикального влагообмена (атмосферные осадки – испарение), обусловленного термодинамическими факторами, с горизонтальным влагообменом (склоновый, подземный и речной сток).

Основной составляющей водного баланса природоохранных попусков является объем воды, впитанной почвой поймы. Этот объем зависит от продолжительности площадей затопления. Площади затопления в свою очередь зависят от объемов и расходов в гребне волны попуска. Объем попуска с момента спада уровня не сказывается на площади затопления верхнего участка Фурмановка – Уланбель, он определяет объем стока в нижележащем участке.

Фактическая необходимая норма увлажнения пойменных сенокосов (норма нетто) составляет 105...110 тыс. га, т.е. полезный объем стока затраченный на увлажнение поймы составит 420...440 млн. м<sup>3</sup>. Объем воды на заполнение озерно-речной системы, необходимой для поддержания в удовлетворительном состоянии экосистемы поймы, определяется годовым слоем испарения, т.е. по предварительным данным расчета составляет 270 млн. м<sup>3</sup>. Тогда полезный объем природоохранного попуска составит 670...710 млн. м<sup>3</sup>.

При попусках в период с 01.12. по 01.05. фактические потери на испарение – осадки в среднем составят 165 мм. По участкам эта составляющая равна: Фурмановка – Уланбель – 100 мм – 66,5 млн. м<sup>3</sup>; Уланбель – граница – 180 мм – 82,8 млн. м<sup>3</sup>; граница – конец стока – 226 мм – 31,7 млн. м<sup>3</sup>; итого – 181 млн. м<sup>3</sup>.

Таким образом, расход воды на подпитку грунтовых вод, который также необходим исходя из социально-экономических и экологических соображений, составляет 200...210 млн. м<sup>3</sup>.

Из приведенного выше анализа видно, что сокращение непроизводительных потерь возможно за счет снижения фильтрационного оттока и испарения водной поверхности, а это возможно только за счет сокращения продолжительности попуска и его осуществления, главным образом, в зимний период с октября по апрель месяцы. Основные потери на испарение и фильтрацию приходятся на апрель – май месяцы. Сокращение длительности попускового периода в его конце на 10 суток приводят к уменьшению потерь до 40...60 млн. м<sup>3</sup>. Последнее можно осуществить сжатием волны попуска и увеличением расходов в гребне попуска.

Продолжительность затопления поймы является одним из наиболее определяющих факторов при увлажнении почв поймы. При отсутствии инженерно-оборудованных водозаборных сооружений и ограждающих дамб (лиманы инженерного типа) увлажнения необходимой толщи влаги возможно при поддержании максимального уровня затопления сроком не менее:

$$t_{maxy} = \frac{K_n \cdot M_y}{K_{en}}, \quad (1)$$

где  $K_n$  – коэффициент допускаемой неравномерности увлажнения и принимается = 0,5;  $M_y$  – необходимая норма увлажнения поймы в мм;  $K_{en}$  – среднесуточная скорость впитывания в почву в ранне-весенний период, мм/сут.

Скорость впитывания в период оттаивания почвы при естественной плотности составляет 0,8...10 мм/сут на 1 °С температуры воды и достигает максимальных значений при полностью оттаявшей почве через 10...20 суток.

Среднюю скорость впитывания в естественных руслах по оттаявшей почве можно определить по зависимости:

$$V_s = \frac{K_\phi}{(1 - \alpha) \cdot t^2}, \quad (2)$$

где  $K_\phi$  – коэффициент фильтрации, мм/сут;  $\alpha$  – эмпирический коэффициент равный 0,3...0,7;  $t$  – продолжительность затопления, сут.

Для верхних участков, где затопление поймы проходит по замерзшей почве, среднюю скорость впитывания можно принять равной 8 мм/сут, а продолжительность стояния максимальных уровней 25 суток.

Для нижних участков поймы р. Шу, где затопление происходит по оттаявшей почве, средняя скорость впитывания при среднем коэффициенте фильтрации 20 мм/сут и начальной скорости впитывания 40 мм/сут составит 16,7 мм/сут, а продолжительность затопления 12 суток.

Весь период затопления можно во временном интервале разделить на три участка:  $t_{ф.в.}$  – продолжительность подъема уровня,  $t_{м.у.}$  – продолжительность поддержания максимального уровня,  $t_{сн}$  – продолжительность спада, т.е.

$$T_{зат} = t_{ф.в.} + t_{м.у.} + t_{сн}. \quad (3)$$

Продолжительность уровня подъема воды на фронте волны попуска должна обеспечить затопление расчетной ширины поймы:

$$t_{ф.в.} = \frac{L_n}{V_{ф.с.}} + t_{ДОБ}, \quad (4)$$

где  $t_{ДОБ}$  – время добегания волны попуска до расчетного створа;  $L_n$  – расчетная ширина поймы на расчетном участке, м;  $V_{ф.с.}$  – скорость продвижения фронта смачивания. Скорость продвижения фронта смачивания можно определить по зависимости:

$$V_{ф.с.} = \frac{86,4 \cdot q}{(K_{ВП} + \Delta h)}, \text{ (м/сут)}; \quad (5)$$

где  $q$  – удельный расход бокового оттока из русла в пойму на 1 погонный км в м<sup>3</sup>/с устанавливается по фактическим наблюдениям по водомерным постам (по предварительным данным от 0,5 до 0,6 м<sup>3</sup>/с для р. Шу);  $K_{ВП}$  – средняя скорость впитывания по мерзлой почве 0,005...0,01 м/сут;  $\Delta h$  – среднесуточная скорость подъема уровня на фронте подъема волны попуска, рекомендуемая 0,05...0,06 м/сут. Ориентировочно значения скорости продвижения фронта смачивания составляют 0,8...1,0 км/сут.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрологические основы оросительных мелиораций в бассейнах рек Чу и Талас. / Под. ред. Цыценко К.В., Сумароковой В.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 335 с.
2. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 247 с.
3. Булавко А.Г. Водный баланс речных водосборов. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 304 с.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### ШУ Ұ. СУДЫ АҒЫЗДА ТАБИҚИСОРҒАУ СУ БАЛАНСЫ

Техн. ғылымд. докторы А.К. Заурбек  
Г.С. Сарсекеева

«Шу Ұ. Суды Ағызда Табиқисорғау Су Баланы»  
Техн. ғылымд. докторы А.К. Заурбек  
Г.С. Сарсекеева