

УДК 614.8.084+504.061.2:69.05(075.8)

Доктор техн. наук

Доктор техн. наук

М.Ж. Бурлибаев \*

С.И. Куц \*

И.В. Шенбергер \*

Д.М. Бурлибаева \*\*

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕСЕННИХ ПОПУСКОВ РЕКИ ЕРТИС  
(ИРТЫШ) НА ОБВОДНЕНИЕ ЕЕ ПОЙМЫ***ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТОК, ВЕСЕННИЕ ОБВОДНИТЕЛЬНЫЕ ПОПУСКИ, ОБВОДНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПОЙМЫ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ПРИРОДООХРАННЫЕ ПОПУСКИ*

*В настоящее время в практике использования водных ресурсов Казахстана начали появляться термины природоохранные попуски и обводнительные попуски в место используемых минимально-необходимых расходов или санитарных расходов воды. И это притом, что экосистемы всех крупных рек Казахстана деградированы. В данной статье мы постараемся показать, что природоохранные или обводнительные попуски ниже крупных гидротехнических сооружений не есть панацея в деле сохранения речных экосистем. Исходя из этого положения, в статье делается вывод о том, что пока не будут научно обоснованы нормы экологического стока для рек Казахстана, сохранить, тем более обеспечить устойчивое развитие речных экосистем не возможно.*

Состояние природной среды и обеспеченность водными ресурсами в бассейне реки Ертис затрагивает государственные экономические интересы трех сопредельных стран: Китайской Народной Республики, Республики Казахстан и Российской Федерации.

В пределах бассейна Ертиса (казахстанская часть), площадью водосбора 316,5 тыс. км<sup>2</sup>, в административно-территориальном отношении расположены Павлодарская и Восточно-Казахстанская области, промышленные объекты которых являются основными водопотребителями и прямыми источниками загрязнения одной из важнейших трансграничных

---

\* Казахстанское агентство прикладной экологии, г. Алматы

\*\* Казахский национальный аграрный университет МОН РК, г. Алматы.

водных артерий Казахстана, имеющей социально-экономическое, экологическое и геополитическое значение.

На современном этапе водохозяйственный баланс северо-восточного региона считается напряженным. Изменение гидрологического режима Ертиса в результате целевого энергетического регулирования стока существующим каскадом гидроэлектростанций, повышенного водопотребления и освоения пойменных земель привели к снижению природного потенциала экосистемы самой реки и ее пойменных массивов со значительными изменениями по качественным и количественным показателям речного стока. Степень нарушения экологической системы долины Ертиса под влиянием антропогенного вмешательства, способствует изменению биопродуктивности, проявлению водно-эрозионных процессов и евтрофирования, определяет уровень дестабилизации пойменных земель – основной кормовой базы животноводства региона.

Пойма р. Ертис является уникальным природным комплексом, отличающимся богатством флоры и фауны, географическим ландшафтом. Она является мощным социальным фактором, гарантированным источником жизнеобеспечения для устойчивого развития региона и составляет единую экологическую систему. Нарушение ее природного равновесия, механизма взаимодействия этого живого организма может вызвать тяжелые необратимые последствия. Из-за бессистемного использования ее в хозяйственных целях происходит резкое снижение биологической продуктивности пойменного комплекса, исчезают ценные виды растений, погибают леса, зарастают кустарником многие участки, происходит ухудшение плодородия почвы [1].

Важнейшим фактором, определяющим функционирование биоценозов поймы, является гидрологический режим реки Ертис. В естественных условиях пойма до 1959 года затапливалась паводковыми водами. Урожайность наиболее ценных лугов достигала 50...60 ц/га.

В настоящее время природообразующим фактором поймы р. Ертис является весенний паводок и специальные природоохранные попуски воды из Верхне-Ертисского каскада водохранилищ, которые осуществляются согласно утвержденных (04.03.02 г.) Комитетом по водным ресурсам РК Правил [2]. Данные Правила являются обязательным руководящим документом для всех участников водохозяйственного комплекса, а также для организаций, связанных с эксплуатацией гидроузлов и водохранилищ, независимо от их ведомственной принадлежности.

В целом, каскад состоит из трех водохранилищ: Бухтарминского, Усть-Каменогорского и Шульбинского. Бухтарминское водохранилище осуществляет многолетнее регулирование стока р. Ертис, принимая на себя основную роль в формировании попусков (природоохранных, судоходных, энергетических) с учетом прогнозируемой и фактической водности в бассейне реки с целью обеспечения оптимальных режимов уровней и расходов во все периоды года. Усть-Каменогорское водохранилище, имея небольшую регулируемую емкость, служит для перерегулирования попусков Бухтарминской ГЭС (БГЭС) в недельно-суточном разрезе, т.е. выполняет роль её контррегулятора. Шульбинское водохранилище осуществляет неполное сезонное регулирование стока боковой приточности между створами плотины БГЭС и ШГЭС в период весенних природоохранных попусков, а также в период прохождения летне-осенних паводков.

Для поддержания благоприятных условий функционирования природного комплекса Ертисской поймы каскадом водохранилищ, ежегодно в соответствии с ведомственным нормативным документом, регламентирующими режим управления водными ресурсами водохранилищ, («Основные положения правил использования водных ресурсов водохранилищ Бухтарминской и Усть-Каменогорской гидроэлектростанций на реке Ертис») осуществляется искусственный круглогодичный сток, который формируется из трех специализированных попусков:

- санитарного (ноябрь – март),
- весеннего – на обводнение поймы (апрель – май),
- навигационного (апрель – ноябрь).

В целом, организация попусков зависит от ежегодно складывающихся гидрометеорологических условий в бассейне р. Ертис, с учетом интересов отраслей экономики региона. Попуски в нижний бьеф водохранилищ входят в состав энергетического режима действующих одноименных гидроэлектростанций, они производятся через турбины ГЭС. Холостые сбросы через турбины не производятся. Все гидроэлектростанции имеют высокий коэффициент энергетического использования водных ресурсов (0,93...0,95).

Все перечисленные виды попусков воды в р. Ертис, проводимые каскадом Верхне-Ертисских водохранилищ выполняют природоохранные функции – круглогодично обеспечивается постоянный сток в гидрографической сети и обеспечиваются условия для жизнедеятельности гидробионтов и ихтиофауны. Однако, роль попусков воды на обводнение поймен-

ных угодий в годовом цикле наиболее значимая, так как наряду с поддержанием водоохраных качеств (смыв, разбавление и вынос загрязняющих веществ) попуском обеспечиваются сохранность плодородия земельных ресурсов и биоразнообразия фауны и флоры на площади 377,1 тыс. га пойменных земель.

Анализ данных о многолетних попусках из каскада Верхне-Ертисских водохранилища показывает, что режим попусков, рекомендованный правилами эксплуатации каскада водохранилищ, как правило, не выдерживался. При этом срывы имели место, как по объемам, так и по продолжительности. В отдельные годы водность Ертиса за период весеннего половодья формировалась, главным образом, за счет боковой приточности на участке от створа БГЭС до границы с Павлодарской областью, так как целевые попуски из водохранилища не производились.

Проработками Ленгипроводхоза установлено, что снижение периодичности затопления пойменных лугов в весенние месяцы ведет к резкому снижению урожайности и продуктивности угодий. При отсутствии затопления в течение 2-х лет продуктивность лугов снижается на 60...70 %, а через 5 незатапливаемых лет продуктивность поймы приближается к уровню суходольных степных массивов.

Уже на стадии утверждения «Основных положений...» интересы сельского хозяйства по обводнению поймы р. Ертис были ущемлены – объем весеннего попуска из Бухтарминского водохранилища был ограничен 3,0 км<sup>3</sup> воды в течении 18 суток. Ограничения касались и расхода попуска – максимальный расчетный расход, состоящий из расходов воды проходящих через 9 турбин (1150 м<sup>3</sup>/с) и водослив (750 м<sup>3</sup>/с), установлен величиной 1900 м<sup>3</sup>/с. Недобор параметров попуска возлагалось покрыть боковой приточностью поступающей ниже плотины Усть-Каменогорской ГЭС. До ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища так и не удавалось произвести оптимальный обводнительный попуск по причине недостаточной пропускной способности водосброса.

В период строительства Бухтарминского водохранилища (1953...1963 гг.) пойма не затапливалась, что вызвало резкие количественные и качественные изменения растительных сообществ и понижение продуктивности лугов на 60...70 %, при снижении урожайности до 5...6 ц/га [1].

Регулярное затопление поймы Ертиса началось с 1964 года за счет совмещения попуска из Бухтарминского водохранилища с весенними па-

водками основных притоков Ертиса – рек Убы и Ульбы, впадающих ниже Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС. Из-за вариаций по времени половодья на притоках, совмещение попуска по максимуму на заданный промежуток времени не соблюдалось. Увлажнительные попуски до ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища следует признать малоэффективными. Энергетическое использование водных ресурсов водохранилищ приводило к искажению естественного гидрографа стока Ертиса – с октября по апрель отмечалось превышение среднемесячных расходов воды по сравнению с естественным режимом; май – сентябрь характеризуется заниженной величиной среднемесячного расхода (рис. 1) [3]. Нерациональное использование стока в энергетических целях не позволяло накапливать воду в Бухтарминском водохранилище для полноценного обводнения поймы в последующий сезон.

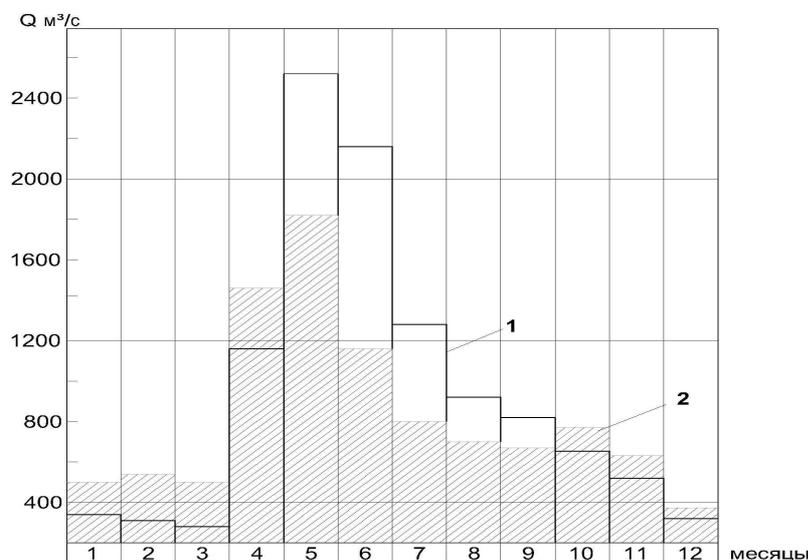


Рис. 1. Изменение среднемесячного расхода воды р. Ертис – г/п г. Павлодар: 1 – до зарегулирования Бухтарминским водохранилищем (1935...1958 гг.); 2 – после зарегулирования (1960...1980 гг.)

После ввода в эксплуатацию в 1988 г. Шульбинского водохранилища (I-й очереди), расположенного в 60 км выше г. Семипалатинска несколько улучшился режим р. Ертис. Были созданы дополнительные условия для регулирования стока весной с учетом затопления поймы. Однако в целом, это не решило проблем с надлежащим затоплением поймы, и каскад водохранилищ на Ертисе в современном состоянии используется исключительно в энергетических целях, а экологические принципы отодви-

нуты на второй план. В этой связи появились новые проблемы, решение которых требует изучения и исследования функционирования объектов бассейна Ертиса и выработки концепции комплексного использования водных ресурсов всех отраслей экономики с обязательным условием требований экологии.

Анализируя состояние пойменных угодий р. Ертис и основных тенденций их использования, можно сделать вывод о том, что современный уровень использования водных ресурсов не соответствует основным экологическим требованиям и приводит экосистему поймы к деградации.

Как уже отмечалось выше, природоохранные попуски по р. Ертис из Бухтарминского водохранилища проводились с 1964 до 1988 г., а с 1989 попуски стали осуществляться совместно с попуском из Шульбинского водохранилища.

Наблюдения за ходом прохождения попусков и затоплением поймы ведет Ертисская бассейновая инспекция (ранее БВУ) с самого начала их проведения. Анализируя эти данные можно с полной уверенностью утверждать, что основное существенное влияние на площадь затопления и увлажнения поймы оказывают: объем попуска и его продолжительность, значение максимального расхода в попуске, его продолжительность и форма гидрографа попуска (рис. 2). Динамика затопления поймы за период с 1964 по 2010 гг. приведена на рис. 3.

Анализ влияния формы гидрографа попуска достаточно обстоятельно выполнил И.Ф. Колодин. По его данным неудовлетворительное и малоэффективное затопление поймы имеет место при двух- или многопиковом гидрографе. Наиболее эффективен регулируемый попуск с плавным подъемом до максимального уровня волны с последующим плавным снижением.

Следует признать существующую недооценку других видов угодий на Ертисской пойме. Пойменные леса, болота, неудобья и старичные озера также выполняют важную экологическую функцию. Пойменные леса в своих нынешних пропорциях и видовому составу выдержали длительный процесс естественного отбора в условиях многолетнего формирования поймы при постоянном меандрировании русла реки и проток. Занимаемая ими площадь, как и площадь других угодий, сформировалась в оптимальных для природы соотношениях. Только хозяйственная деятельность вносит диспропорцию в соответствующее распределение. Леса выполняют берегозащитные, водорегулирующие и водоохранные функции, их жизнедеятельность обеспечивается за счет водности Ертиса. Из ежегодно потребляемой

поймой воды в объеме 1,1...2,5 км<sup>3</sup> часть стока расходуется на затопление пойменных озер, стариц, на питание злаковых и древесных культур. С прекращением систематического обводнения поймы в оптимальном режиме этот вид угодий, как и вся пойма реки, стала деградировать.

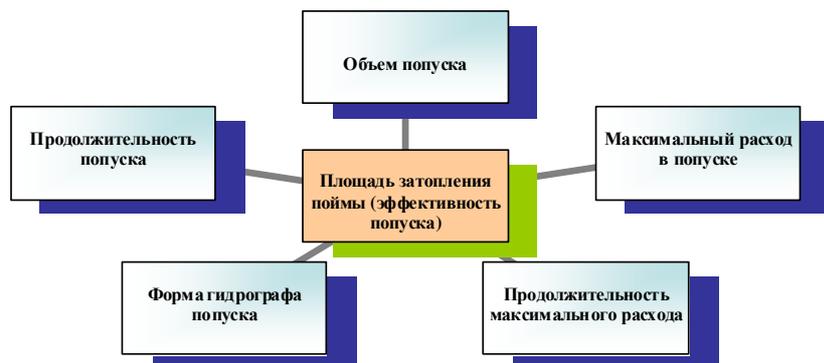


Рис. 2. Зависимость площади затопления поймы и эффективности попуска от различных факторов [3].

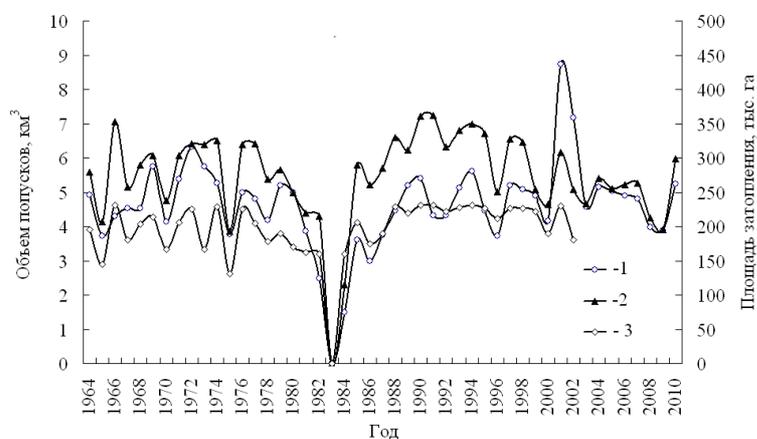


Рис. 3. Динамика объемов попусков и затопления поймы и пойменных сенокосов (с 1964 по 2010 гг.). 1 – объём попусков, 2 – площадь затопления поймы, 3 – площадь затопления сенокосов. [3].

Ценность пойменных водоемов (стариц, затонов, проток) заключается в исключительно благоприятных условиях для ихтиофауны. Изменение высоты стояния паводковых вод, интенсивности подъема и спада воды, продолжительности стояния воды на пойме привели к резкому снижению рыбопродуктивности Ертиса и водоемов поймы.

Как отмечалось выше, природоохранные попуски по реке Ертис из Бухтарминского водохранилища проводились с 1964 до 1988 года и с

1989 года из Шульбинского водохранилища. Из всего ряда наблюдений можно выделить 4 характерных режима затопления поймы.

**Вариант 1.** Режим сравнительно плавной единой волны (1964, 67, 74, 76, 81, 85, 86, 87, 88 гг.) характерен для маловодных и средних по водности лет с дружной весной (рис. 4). Попуск хорошо накладывается на боковую приточность и формирует единственно возможную максимальную волну половодья. В этих условиях по водопостам наблюдаются два семейства гидрографов – выпуклая волна (Шульба, Семиарское, Подпуск, Ямышево, Павлодар) и волна, близкая к треугольному профилю (Самратка, Качиры, Иртышск, Черлак, Омск). Для данного режима затопления поймы передвижка начала попуска на конец апреля дает больший эффект, так как в этом случае попуск захватывает максимальный пик паводка и удлиняет время обводнения поймы, что в условиях малой водности этих лет весьма благоприятно для экосистемы поймы в целом.

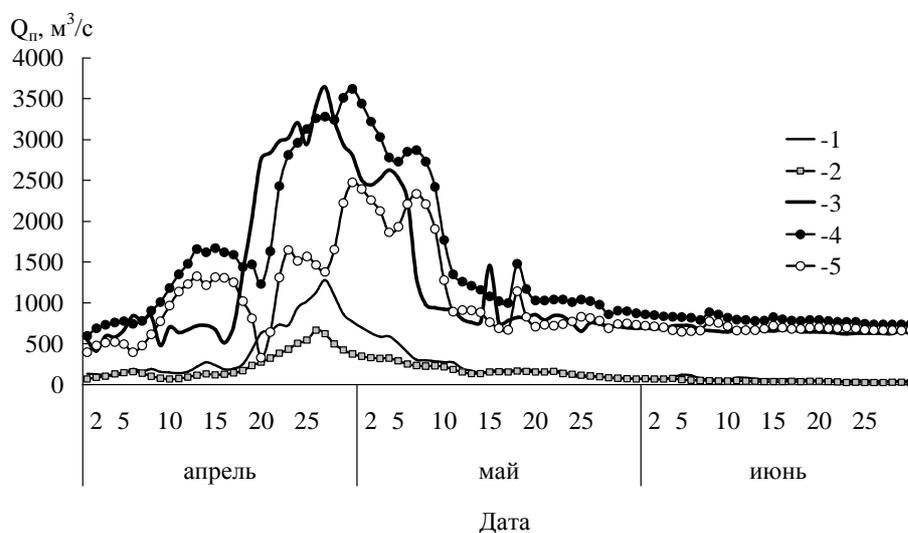
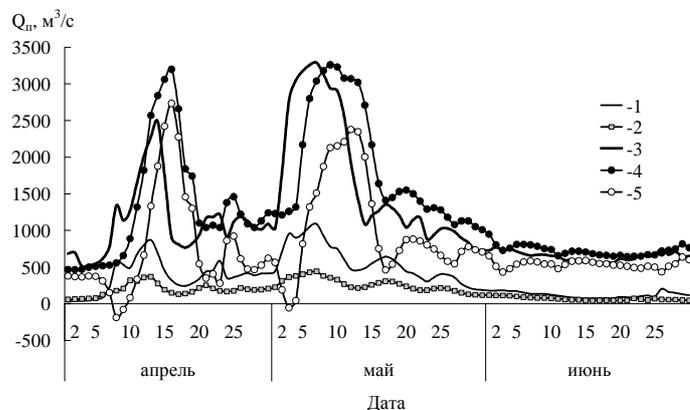


Рис. 4. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска. Вариант 1. Режим сравнительно плавной единой волны (1967 год). 1 – р. Уба – с. Шемонаиха; 2 – р. Ульба – ст. Перевалочная; 3 – сумма ГЭС Усть-Каменогорская + Уба + Ульба; 4 – р. Ертыс – с. Семиарское; 5 – р. Ертыс – с. Семиарское минус сток (Уба+Ульба).

**Вариант 2.** Режим прерывистого паводка с двумя отдельными по времени волнами (1965, 69, 70, 72, 75, 82 гг.) с затяжной весной, когда волны следуют друг за другом через многоступенчатый интервал (рис. 5). Гидрографы в этом случае представлены двумя семействами: первое – две раз-

дельные волны (Шульба, Семиарское, Подпуск, Ямышево, Павлодар, Самратка), второе – двухмодельная направленная волна (Качиры, Иртышск, Черлак, Омск). В этих условиях сроки начала попусков требуют сдвижки на первую декаду мая, тогда первая волна естественного половодья несколько обводнит пойму, а попуск совместно с боковой приточностью еще раз усилит затопление поймы в самое благоприятное для вегетации время.



*Рис. 5. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска. Вариант 2. Режим прерывистого паводка с двумя отдельными по времени волнами (1965 год). Условн. обозначения см. рис. 4.*

**Вариант 3.** Режим многопикового паводка (3...8 непрерывно следующих друг за другом высоких пиков паводка 1966, 68, 71, 73, 79 гг.) (рис. 6). При затяжной весне этот режим подразделяется на многопиковый паводок с куполообразными гидрографами в Павлодаре, Самратке, Качирах, Иртышске, Омске (1979 г.) и режим многопикового паводка с единой распластанной волной в створах Самратка и Качиры. Здесь перерегулирование весеннего половодья поймой максимальное и характеризуется на всем его протяжении сравнительно устойчивыми уровнями и расходами. Гидрологический режим участка реки и поймы ниже г. Павлодара на протяжении полутора месяцев приближается к озерному типу, что и является основной причиной заболачивания пойменных массивов севернее г. Павлодара. Режим многопикового паводка показывает на необходимость сдвижки попуска на конец апреля.

**Вариант 4.** Регулируемый попуск с плавным подъемом до максимального уровня волны и с последующим плавным снижением.

При первом типе гидрографа половодья площадь затопления поймы при одинаковых максимальных расходах р. Ертис в створе у

с. Семиярское существенно больше. При этом разница в величинах затопления поймы достигает 50 тыс. га и более.

Следует отметить, что за весь период попусков (1964...2010 гг.) приоритет в использовании водных ресурсов Бухтарминского водохранилища оставался за гидроэнергетикой. Несмотря на неоднократные решения и постановления соответствующих правительственных органов о недопущении повышенной сработки водохранилища в энергетических целях, они регулярно не выполнялись. Установленный для зимнего периода лимит сработки в объеме 2,5...2,6 км<sup>3</sup> постоянно нарушался и достигал 4...9 км<sup>3</sup>, составляя в среднем 6,2 км<sup>3</sup> в год. К весне 1982 г. объем водохранилища снизился до 16,1 км<sup>3</sup>, что на 1,5 км<sup>3</sup> меньше его мертвого объема. Поэтому природоохранный попуск весной 1983 г. не проводился.

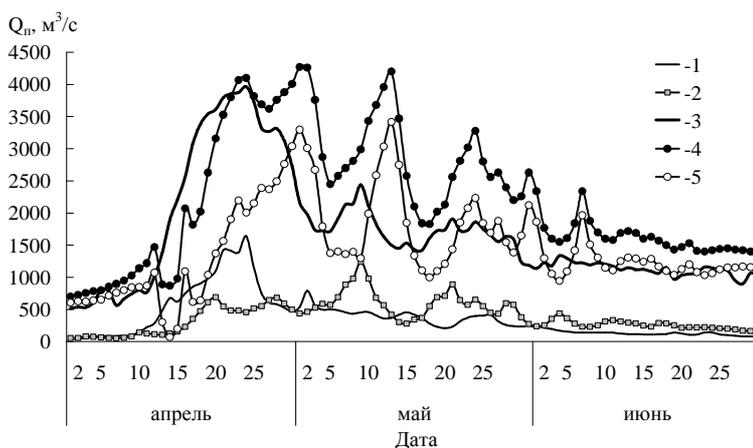


Рис. 6. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного пуска. Вариант 3. Режим многопикового паводка (1971 год). Условн. обозначения см. рис. 4.

К началу 1984 г. положение с наполнением Бухтарминского водохранилища, в сущности, не изменилось, так как объем водохранилища к весне составлял лишь 16,8 км<sup>3</sup>. По указанным причинам был осуществлен незначительный попуск продолжительностью 10 суток. В этих условиях хозяйства области увлажняли пойму с использованием механических водоподъемных средств. На 28 апреля 1984 г. было увлажнено 59,2 тыс. га пойменных земель.

Таким образом, природоохранные попуски за период 1964...1988 гг. (до ввода в эксплуатацию I-й очереди Шульбинской ГЭС) в большинстве своем были малоэффективными, за исключением лет с большой водностью (1966, 69, 71, 72, 73, 76, 77 гг.).

Попуск 1990 года большей продолжительности 20 сут., объемом  $5,4 \text{ км}^3$  и максимальным расходом  $4200 \text{ м}^3/\text{с}$  продолжительностью 2 сут. дал практически такие же результаты как попуск 1991 года, площадь затопления составила 361,9 тыс. га. Как видно из приведенных данных, оптимальная продолжительность попуска должна быть не менее 18 суток, а период с максимальным расходом 5...6 сут.

Согласно проведенному анализу, при 1 варианте режима затопления поймы максимальные расходы воды в створе у с. Шульба должны быть выше  $3400 \text{ м}^3/\text{с}$ , а у с. Семиярское более  $3270 \text{ м}^3/\text{с}$ ; при втором варианте – выше, соответственно, 3960 и  $4060 \text{ м}^3/\text{с}$ ; при третьем – выше 4000 и  $3670 \text{ м}^3/\text{с}$ . Как показывает опыт проведения природоохранных попусков после ввода в эксплуатацию Шульбинского водохранилища, удачными в отношении эффекта затопления поймы являются 1990, 1991, 1993 и 1994 гг. (рис. 7). Суммарный объем попуска в эти годы колебался в пределах  $4,9...5,6 \text{ км}^3$ . В 1989 г. суммарный попуск из Шульбинского водохранилища был достаточно высоким, продолжительность попуска также была оптимальной. Однако между началом весенних ледовых явлений и началом попуска имел место значительный разрыв во времени, в связи с чем эффект от затопления поймы не был впечатляющим.

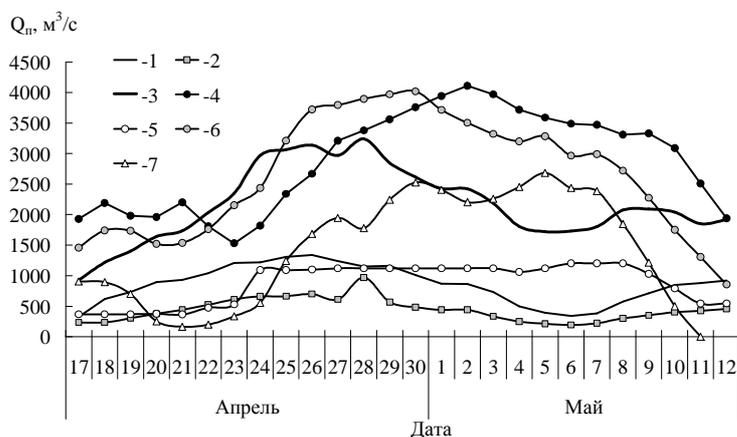


Рис. 7. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохрannого попуска в 1991 г. 1 – р. Уба – с. Шемонаиха; 2 – р. Ульба – ст. Перевалочная; 3 – сумма ГЭС Усть-Каменогорская + Уба + Ульба; 4 – р. Ертис – с. Семиярское; 5 – р. Ертис Усть-Каменогорская ГЭС; 6 – попуски из Шульбинского водохранилища; 7 – попуски из Шульбинского водохранилища минус сток (Уба + Ульба).

В последние 5 лет (2006...2010 гг.) суммарный объем попуска изменялся в пределах от  $3,88$  до  $5,25 \text{ км}^3$ , а продолжительность попуска изменялась от 16 до 19 сут., что является недостаточным для эффективного

затопления поймы. Единственным годом за последние 5 лет более-менее удачным был попуск 2010 года, когда было затоплено 299 тыс. га пойменных угодий, что составило 88,2 % (рис. 8). В основном это было обеспечено за счет большого объема попуска, который составил 5,25 км<sup>3</sup>. В остальные же 4 года (2006...200 гг.) затопление было низким, особенно в 2009 году, когда было затоплено всего 195,6 тыс. га или 57,7 %, т.е. практически чуть больше половины (рис. 9).

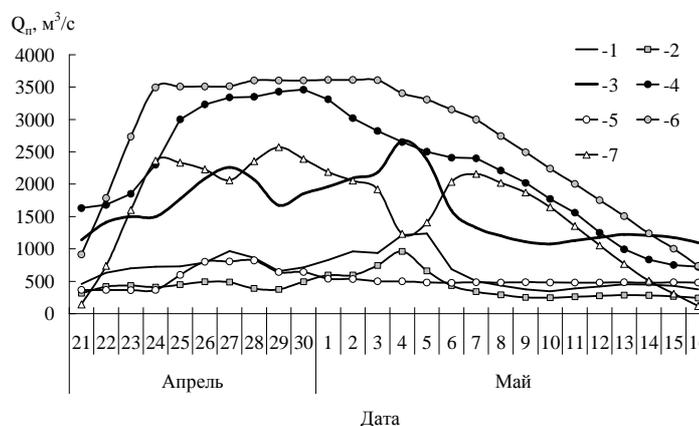


Рис. 8. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска в 2010 году. Условн. обозначения см. рис. 7.

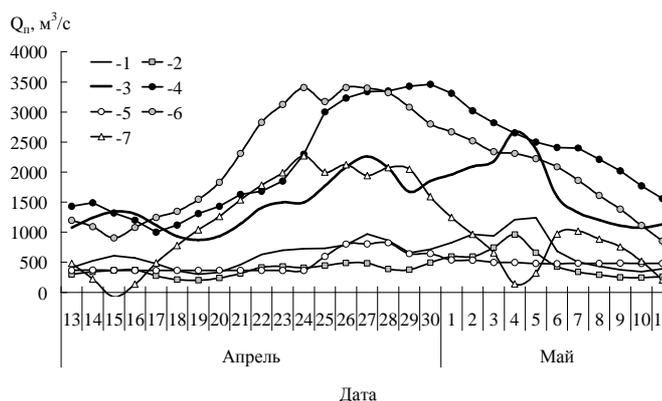


Рис. 9. Совмещенные гидрографы стока в период весеннего природоохранного попуска в 2009 году. Условн. обозначения см. рис. 7.

В данной статье мы постарались показать, что природоохранные или обводнительные попуски ниже крупных гидротехнических сооружений не есть панацея в деле сохранения речных экосистем. Исходя из этого положения ясно, что пока не будут научно обоснованы нормы экологического стока для рек Казахстана сохранить, а тем более обеспечить устой-

чивое развитие речных экосистем не возможно. Еще раз подчеркнем, что экологический сток определяется из потребности самой речной экосистемы и имеет внутригодовое распределение как и речной сток и зависит только от водности реального года, тогда как природоохранные попуски являются разовыми мероприятиями [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем транснациональных рек Казахстана – Алматы: Каганат, 2007. – 516 с.
2. «Правила использования водных ресурсов Верхне-Ертисского каскада водохранилищ» утвержденные Комитетом по Водным Ресурсам РК от 04.03.2002 г. /КВР МСХ РК. – 34 с.
3. Исследование реки Ертис и поймы с целью оценки влияния антропогенной деятельности, в том числе зарегулирования стока Верхне-Ертисского каскада водохранилищ и разработка мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов реки Ертис в период весенних природоохранных попусков // МСХ РК. 2011г. – 420 с.
4. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Ертис на территории Республики Казахстан. Приложение. Том IV. Развитие водохозяйственного комплекса и требования на воду. Книга 7. Особо охраняемые территории. Переброска стока. – Алматы: Казгипроводхоз, 2005. – 530 с.

Поступила 3.09.2013

Техн. ғылымд. докторы	М.Ж. Бүрлібаев
Техн. ғылымд. докторы	С.И. Куц
	И.В. Шенбергер
	Д.М. Бүрлібаева

#### **ЕРТИС ӨЗЕНІНІҢ КӨКТЕМГІ ЖІБЕРІЛІМДЕРІНІҢ ОНЫҢ ӨЗЕН АРНАСЫНЫҢ СУПАНҒЫНА ӘСЕРІН ТАЛДАУ**

*Бұл ғылыми мақалада қаралатын мәселелер Ертіс өзенінің табиғатын қорғау және өзен алқабын суландыру үшін қолданылатын су жіберілімдері. Қазіргі кезде өзен экосистемаларының дағдарысы судың ең төменгі жұмсалып қажеттілігі және судың санитарлық шығыны деген парметрларының ғылыми негізі жоқ екендігін дәлелдейді. Өзен экосистемаларын қайта қалыптастыру үшін өзендердің экологиялық ағындарын ғылыми тұғырдан дәлелдеу қажет екенін көрсетеді.*