

Г.С. Арсеньев

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПАВОДКОВ
ВОДОХРАНИЛИЩАМИ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

G.S. Arsenyev

**MODERN PROBLEMS OF THE EXTREME FLASH FLOODS
REGULATION BY THE HYDROPOWER PLANT RESERVOIRS**

Раскрываются причины повышенных сбросов из Зейского водохранилища летом 2007 г., вызвавших затопление сельхозугодий и хозяйственных построек на протяжении нижнего бьефа, а также возможные пути их устранения в будущем.

Ключевые слова: экстремальные паводки, водохранилище, противопаводковый объем, максимальный сбросной расход.

Reasons of the increased water releases from the Zeya Reservoir in the summer 2007, which caused flooding of agricultural areas and residents' facilities located in the downstream section of Zeya, and possible ways of their elimination in the future, are revealed.

Key words: extreme flash floods, reservoir, flood protective volume, maximum release discharge.

Одним из опасных природных явлений (катастроф) являются наводнения, которые занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Причины наводнений весьма различны, но не последнее место среди них занимают летние паводки, вызываемые ливневыми дождями. В климатических условиях такие паводки распространены на реках Дальнего Востока (Амур, Зея, Бурея и др.). Они являются типичными в так называемые паводкоопасные сезоны.

Наиболее активными средствами борьбы с наводнениями является регулирование стока паводков крупнейшими водохранилищами.

Создание любого водохранилища неизбежно снижает максимальный сток реки, даже если цель борьбы с наводнениями не преследуется специально. Однако в этом случае срезка паводков может носить случайный характер, не контролируемый во времени и объему сброса воды.

Для достижения надежного эффекта с устойчивым режимом расходов воды в нижнем бьефе гидроузла в водохранилищах комплексного назначения выделяется специальный резервный (противопаводковый) объем для аккумуляции стока в паводки редкой повторяемости. Противопаводковый объем водохранилища размещается над отметкой НПУ и используется исключительно для аккумуляции ливневых летних паводков и срезки их максимальных расходов в целях защиты от затопления ниже расположенных земель. Указанный объем определяется объемом расчетного дождевого паводка вероятностью превышения 1 %, и контрольным максимальным сбросным расходом воды в створе гидроузла

ла, определяющим срезку максимальных расходов в нижнем бьефе. Выбор расчетного паводка 1 % обеспеченности определен существующими документами, допускающими затопление сельхозугодий на протяжении нижнего бьефа гидроузла не чаще, чем 1 раз в 100 лет. Территория, отводимая под застройку жилыми и промышленными зданиями, как правило, также ориентируется на отметки, превышающие максимальный годовой уровень воды 1 % обеспеченности.

Примером такого единственного в России водохранилища с экономически обоснованным противопаводковым объемом является Зейское водохранилище на р. Зее.

Водный режим р. Зеи характеризуется отчетливо выраженным весенним половодьем и частыми паводками в летний период, которые по высоте и объему значительно превосходят весеннее половодье.

Управление режимами работы водохранилища Зейской ГЭС осуществляется в соответствии с «Правилами использования водных ресурсов (ПИВР)», разработанными в 1984 г. ПИВР однозначно определяют отдачу водохранилища, как при наличии достоверных прогнозов, так и при их отсутствии.

При соблюдении ПИВР максимальные паводочные расходы воды вероятностью превышения 1 % снижаются с 15 000 м³/с в естественных условиях до 3500 м³/с – в зарегулированных условиях. При расходе 3500 м³/с на момент утверждения ПИВР на протяжении нижнего бьефа не наблюдалось никаких затоплений сельхозугодий и населенных пунктов.

Режим наполнения и сработки водохранилища Зейской ГЭС в соответствии с ПИВР определен следующим образом.

К началу половодья (в среднем к 1 мая) водохранилище должно быть сработано до отметки ежегодной сработки 310,0 м. ПИВР допускают некоторое повышение уровня предполоводной сработки при прогнозе маловодного половодья. Это допущение не корректно, так как не устанавливает величину этого повышения. Правильнее было указать, что величина повышения предполоводного уровня против установленного 310,0 м определяется прогнозом последующего паводочного периода.

Наполнение водохранилища от отметки 310,0 м до НПУ – 315,0 м осуществляется при расходах ГЭС не менее 640 м³/с и не более 1300 м³/с, а наполнение выше отметки 315,0 м до 317,5 м осуществляется при расходах ГЭС 1300 м³/с.

Сброс через плотину начинается при достижении уровня водохранилища 317,5 м. При этом, суммарные сбросные расходы через ГЭС и водосброс не должны превышать 3500 м³/с.

Сработка избыточного объема воды в случае форсирования уровня выше отметки 317,5 м производится расходом 3500 м³/с до отметки 317,5 м и далее до отметки НПУ – 315,0 м – расходом ГЭС 1300 м³/с. Тем же расходом ГЭС 1300 м³/с производится сработка водохранилища до уровня предполоводной сработки 310,0 м.

За прошедшие двадцать с лишним лет произошли существенные изменения, не позволяющие эксплуатировать водохранилище и ГЭС в соответствии с ПИВР:

- произошла деформация русла на протяжении нижнего бьефа, повлекшая за собой уменьшение его пропускной способности. Причинами стеснения может быть не санкционированная застройка прибрежных территорий ниже затапливаемой отметки, установленной ПИВР, т. е. при расходе $3500 \text{ м}^3/\text{с}$;

- в результате недостаточной энергозагруженности Зейской ГЭС расход через ее агрегаты ограничивается до $700\text{--}800 \text{ м}^3/\text{с}$ вместо $1300 \text{ м}^3/\text{с}$ по ПИВР. Дополнить расходы ГЭС до установленных ПИВР возможно через водосливную плотину. Однако открытие водосливной плотины допускается ПИВР с отметки $317,5 \text{ м}$, а по техническим возможностям – при свободном ото льда приплотинной и каньонной частей водохранилища (в среднем в первых числах июня и до 1 ноября). В связи с этим обеспечение сработки водохранилища к 1 мая до отметки 310 м становится не реальным или достаточно сложным.

Летом 2007 г. на р. Зее прошел паводок близкий к 1 %-ной обеспеченности. В соответствии с ПИВР максимальные сбросные расходы не должны были превышать $3500 \text{ м}^3/\text{с}$. Однако, фактический максимальный сбросной расход составил $4844 \text{ м}^3/\text{с}$, что вызвало значительные затопления на протяжении нижнего бьефа гидроузла. Динамика наполнения водохранилища, естественных и сбросных расходов воды летом 2007 г. представлена на рис. 1, 2.

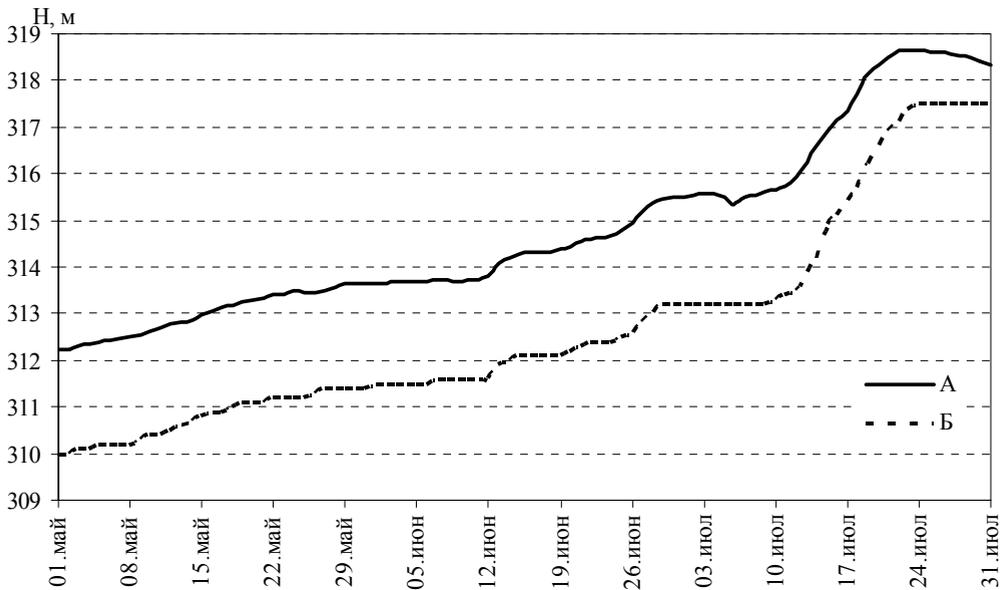


Рис. 1. Динамика наполнения водохранилища летом 2007 г. (А – фактическое, Б – расчетное по ПИВР)

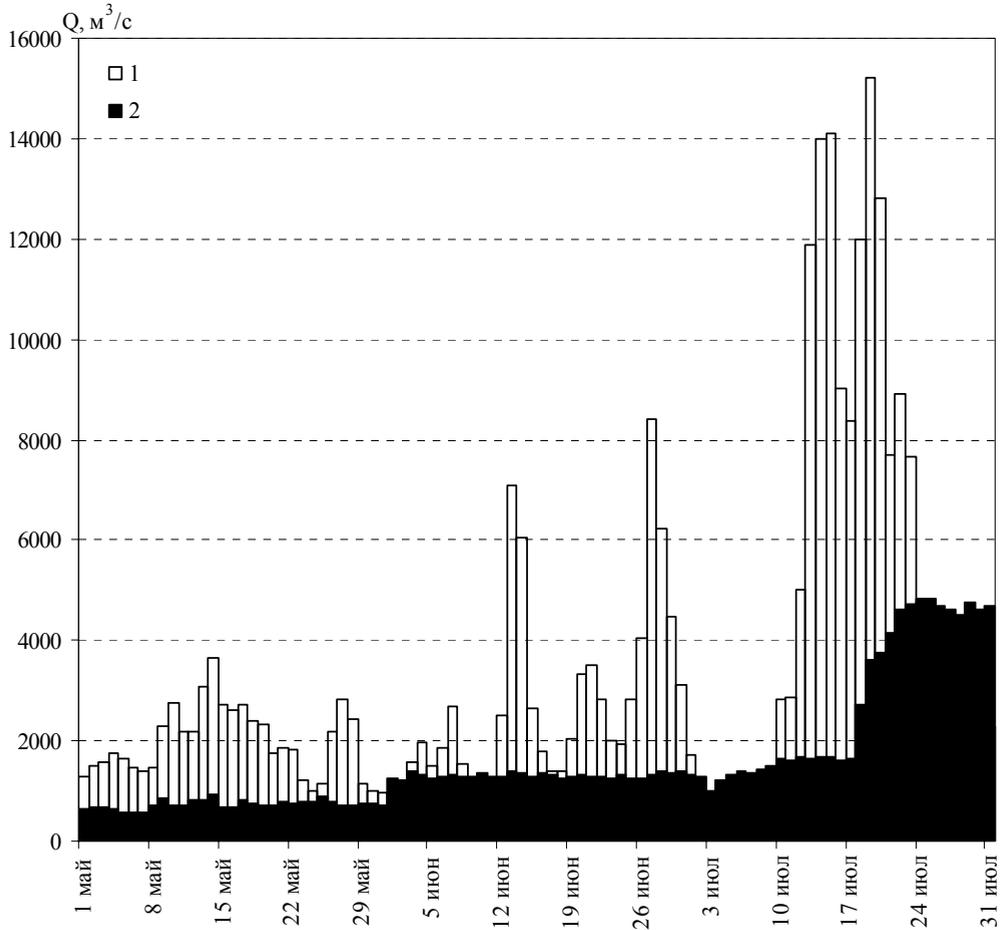


Рис. 2. Динамика естественных (1) и сбросных (2) расходов воды летом 2007 г.

Анализ рисунка показывает следующее. Уровень водохранилища на 1 мая составил 312,24 м, т. е. существенно выше установленного ПИВР в 310,0 м. Как показывают фактические графики сработки, водохранилища осенью-зимой 2006–2007 гг. и естественных и сбросных расходов в этот период, представленные на рис. 3, 4, сбросить водохранилище до отметки 310,0 м при возможных расходах ГЭС 700–800 м³/с было невозможно.

При слишком повышенном уровне сработки водохранилища и невозможности частичного открытия водосброса для увеличения расходов ГЭС до установленных ПИВР 1300 м³/с наблюдалось быстрое заполнение водохранилища и к 1 июня уровни его достигли отметки 313,7 м.

После освобождения каньонной части водохранилища ото льда и возможности частичного открытия водосброса расходы попусков были увеличены до

1300 м³/с. Однако, это не остановило интенсивное наполнение водохранилища, уровни которого 27 июня превысили отметку НПУ – 315,0 м. Сбросные расходы увеличивались и к 27 июля достигли максимального 4844 м³/с при 318,66 м.

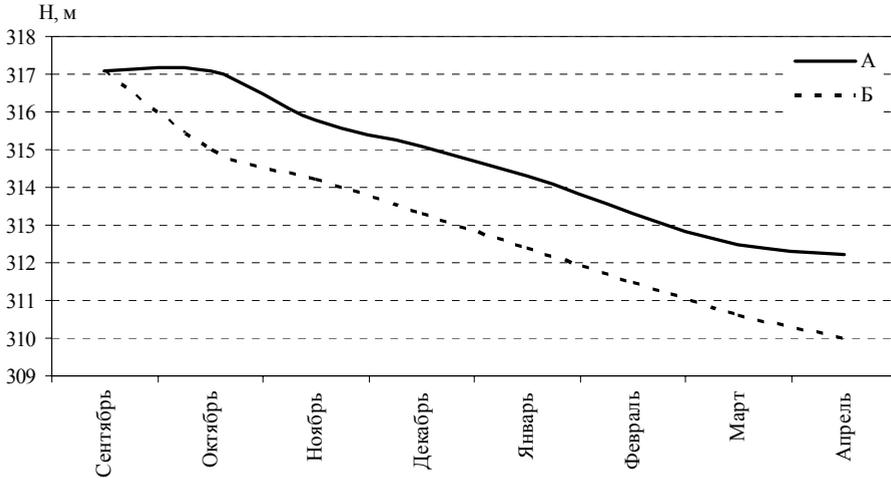


Рис. 3. Динамика сработки водохранилища в осенне-зимний период 2006–2007 гг. (А – фактическое, Б – расчетное)

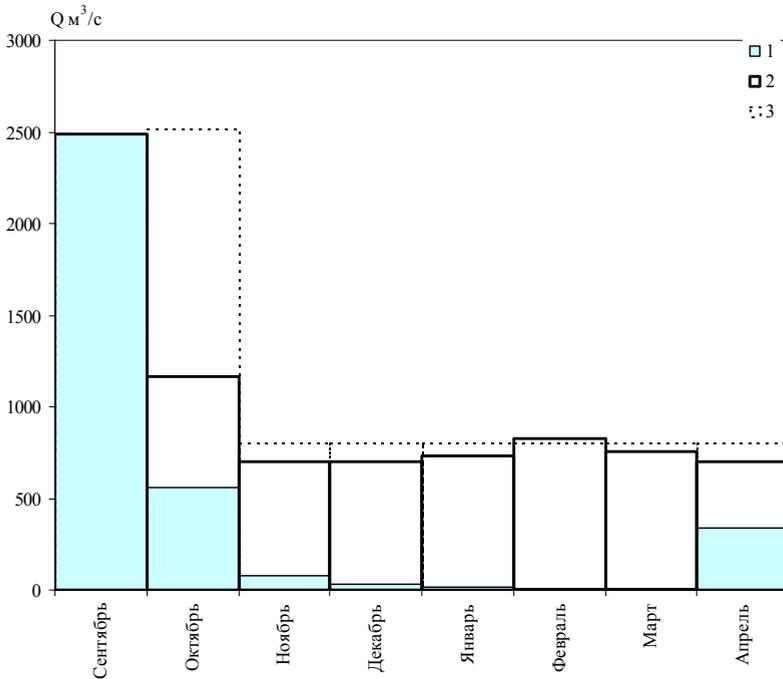


Рис. 4. Динамика естественных и сбросных расходов воды в осенне-зимний период 2006–2007 гг. (1 – естественные, 2 – фактические сбросные, 3 – сбросные расчетные)

Ситуацию, по-видимому, можно было контролировать при наличии надежных долгосрочных прогнозов притока в водохранилище, но с этим у нас дело обстоит пока неважно.

Примером тому является табл. 1, в которой приведены прогнозные и фактические величины притока в Зейское водохранилище.

*Таблица 1***Сопоставление прогнозных и фактических расходов притока за 2007 г.**

Период	Норма, м ³ /с	Прогноз, м ³ /с	Фактический, м ³ /с	Расхождение
II квартал (IV-VI)	1138	1100–1300	1671	50 %
Июль	1670	1900	5490	в 4 раза
III квартал (VII-IX)	1713	1500–2000	7800	в 6 раз

На кафедре гидрологии суши проведены исследования ситуации, возникшей летом 2007 г. на р. Зее с целью установления возможности недопущения повышенных против ПИВР сбросов из водохранилища.

Прежде всего, выполнен анализ возможной сработки водохранилища к 1 мая до отметки 310,0 м в осенне-зимний период 2006–2007 гг. Представленные на рис. 3, 4 расчетные графики показывают, что это возможно, если к 1 ноября, т. е. к моменту установления ледового покрова в каньонной части водохранилища, достичь отметки НПУ – 315,0 м. При этом сбросные расходы находятся на уровне безопасных по условиям незатопления в нижнем бьефе. Сработка водохранилища в диапазоне уровней 315,0–310,0 м осуществляется возможными по условиям энергоотдачи Зейской ГЭС расходами 800 м³/с.

Далее проведены расчеты наполнения водохранилища и сбросов из него в соответствии с ПИВР (рис. 5 и рис. 1, Б).

Из рисунка видно, что расходы попусков в мае приняты 700–800 м³/с. Далее, с освобождением каньонной части водохранилища ото льда и частичным открытием водослива попуски с 1 июня увеличены до 1300 м³/с. При достижении отметки 317,5 м (24. VII) сбросы увеличены до 3500 м³/с.

Таким образом, при сработке водохранилища до отметки 310,0 м к 1 мая максимальные сбросные расходы воды не превысили установленных ПИВР 3500 м³/с. Максимальный уровень, при этом, снизился по отношению к фактическому на 1,1 м.

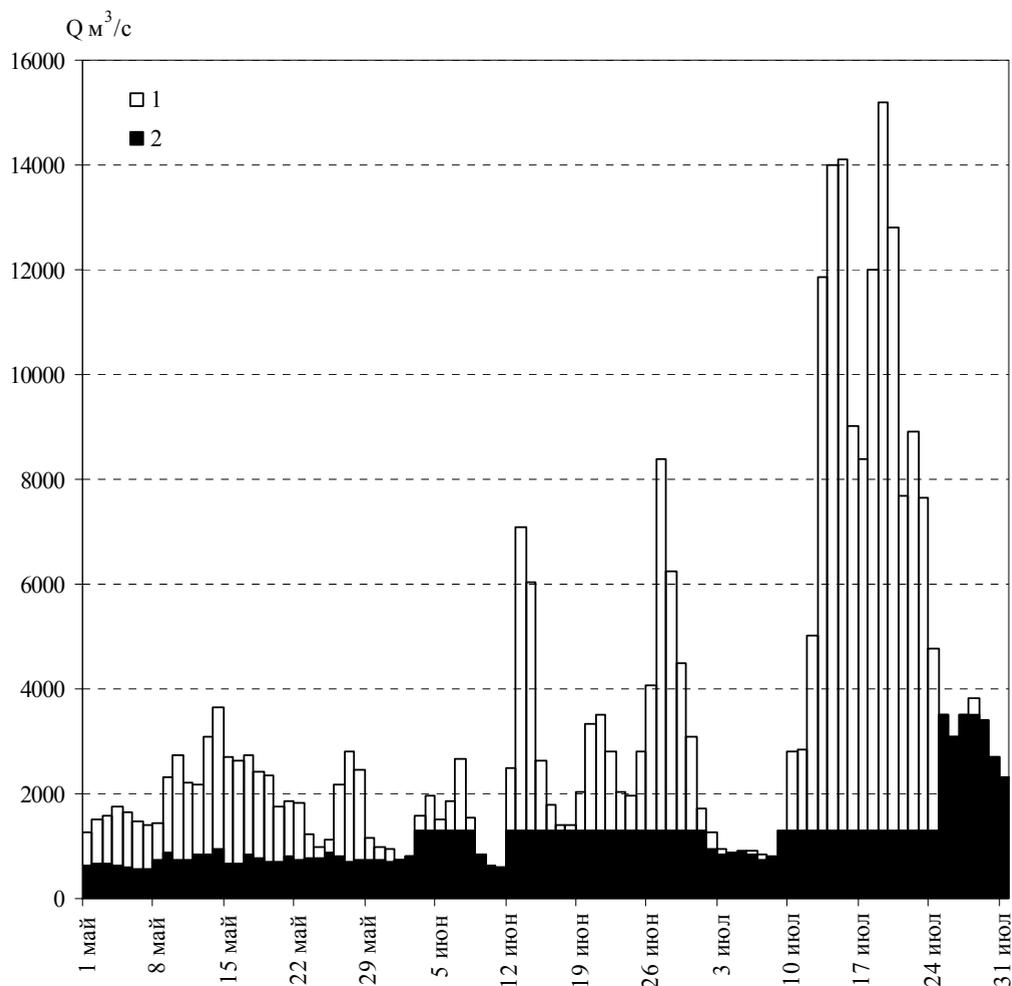


Рис. 5. Динамика естественных и расчетных сбросных расходов воды летом 2007 г. (1 – естественные, 2 – зарегулированные)

Заключение

1. За период с момента утверждения ПИВР (1984 г.) произошли существенные изменения на протяжении нижнего бьефа и в использовании энергоотдачи Зейской ГЭС. Поэтому назрела острая необходимость в пересмотре ПИВР в части установления уровня предполоводной сработки водохранилища и расходов пусков при его достижении; уточнения расходов пусков (ГЭС + водослив) в период заполнения водохранилища с отметки 310 до 315 м и далее до 317,5 м; определения безопасных сбросных расходов воды по условиям незатопления населенных пунктов в нижнем бьефе.

2. До пересмотра действующих ПИВР в целях безопасности гидроузла, хозяйства и населения на протяжении нижнего бьефа необходимо осуществлять сработку водохранилища к 1 ноября до 315,0 м, а к 1 мая – до 310 м.

3. По условиям энергонагрузки расходы ГЭС в настоящее время составляют 700–800 м³/с. Для увеличения их до установленных ПИВР 1300 м³/с разрешить открытие водосброса с 1 июня (после освобождения ото льда приплотинной части).

4. Только в этом случае максимальные сбросные расходы (ГЭС + водослив) не превысят расхода 3500 м³/с в паводки 1 %-ной обеспеченности, установленного в ПИВР.

Улучшить методологию долгосрочного прогнозирования паводков в летний период.

Литература

1. *Арсеньев Г.С.* Основы управления гидрологическими процессами: Водные ресурсы. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2005.
2. Основные правила использования водных ресурсов Зейского водохранилища на реке Зее. – М., 1984.
3. Материалы Зейской гидрометеорологической обсерватории о среднесуточном притоке воды в Зейское водохранилище за 2005–2007 гг.
4. Материалы ОАО «Зейская ГЭС» об уровнях водохранилища и сбросных расходах (в том числе через ГЭС) за период с 1.09.2006 по 31.07.2007.