

СОВРЕМЕННЫЙ МЕХАНИЗМ ЗАЛИВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ (В ПРЕДЕЛАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)*

О. В. Горелиц, И. В. Землянов

Проведены исследования многолетних изменений гидрологического режима региона Нижней Волги, включающего Волго-Ахтубинскую пойму, дельту Волги и Западные подстепные ильмени, под влиянием зарегулирования стока. Дана оценка влияния режима сбросов в нижний бьеф Волжской ГЭС на основные характеристики гидрологического режима. Определены основные факторы и параметры заливания территорий Волго-Ахтубинской поймы в период половодья. Проведена инструментальная оценка баланса стока и пропускной способности русловой сети на различных фазах половодья в пределах Волгоградской области. Исследован современный механизм заливания территорий Волго-Ахтубинской поймы в период половодья.

Ключевые слова: *сток воды, гидрологический режим, Нижняя Волга, зарегулирование стока, заливание территорий, площади затопления, половодье, баланс стока.*

Long-term changes of a hydrological mode of the Lower Volga region including the Volga-Akhtuba flood plain, the Volga delta and Western substeppe Ilmeny, under the influence of operation of the cascade of hydroelectric power stations are investigated. The assessment of influence of the Volga hydroelectric power station operation on the main characteristics of a hydrological regime is given. Major factors and parameters of a flooding of Volga-Akhtuba flood plain territories during the period of a high water are defined. The tool assessment of water balance and capacity of river channel network on various phases of a high water within the Volgograd region is carried out. The modern mechanism of a flooding of Volga-Akhtuba flood plain territories in the period of a high water is investigated.

Keywords: *water flow, hydrological regime, Lower Volga, operation of the cascade of hydroelectric power stations, flooding, inundated areas, high water, water balance.*

С середины XX в. водный режим Нижней Волги, включая Волго-Ахтубинскую пойму (ВАП), дельту Волги и район Западных подстепных ильменей (ЗПИ), формируется в условиях регулирующей работы Волжско-Камского каскада водохранилищ и гидроузлов (ВКК). Замыкает каскад Волжская ГЭС, крупнейшая гидроэлектростанция Европы – последняя ступень ВКК. Работа станции покрывает пиковую часть графика нагрузки в Единой энергосистеме России.

Сток в нижний бьеф Волжской ГЭС представляет собой искусственный попуск, который интегрально отражает особенности условий формирования стока, гидрологического режима и хозяйственной деятельности на всей территории бассейна Волги.

Изменения гидрологического режима региона Нижней Волги являются индикатором естественных природных и антропогенных изменений,

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-05-01072) и Проекта ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Нижней Волги».

происходящих на обширной территории Волжского бассейна, площадь которого достигает 1360000 км². В условиях аридного климата гидрологический режим Нижней Волги и объем стока воды, поступающей в нижний бьеф Волжской ГЭС, являются определяющими факторами развития и функционирования природно-территориальных комплексов, параметры регулирования стока непосредственно влияют на условия существования уникальных экосистем региона.

В условиях зарегулированного стока из всех фаз гидрологического режима реки наибольшему воздействию и изменению подвергается фаза половодья, объем и продолжительность которого имеют решающее значение для развития хозяйственной деятельности и сохранения экологических условий. От сроков наступления половодья, его продолжительности, высоты пика и других параметров в большой степени зависит биопродуктивность сельскохозяйственных угодий Нижней Волги, воспроизводство ее рыбных запасов, благоприятная экологическая обстановка для сохранения биоразнообразия.

В период половодья определяющим является процесс заливания пойменных территорий Нижней Волги. Регулярное заливание в период половодья обеспечивает обводнение постоянных и временных водотоков и водоемов, сельскохозяйственных угодий, нерестилищ, водообеспечение промышленности, хозяйственных объектов и населения.

В единой экосистеме Нижняя Волга – Северный Каспий Волго-Ахтубинская пойма является зоной транзита волжских вод, поступающих с территории водосборного бассейна Волги, в дельту и далее в Каспийское море. ВАП играет роль своеобразного «геоэкологического реактора», в котором происходит существенное изменение физических, химических, биологических характеристик волжских вод, формирующихся в бассейне Волги под влиянием природных и антропогенных факторов. Исследования процесса заливания Нижней Волги в период половодья проводились в Государственном океанографическом институте и Астраханской ГМО [1–3].

До зарегулирования стока Волги каскадом водохранилищ ВАП в период половодья являлась мощным естественным буфером, обеспечивавшим значительную трансформацию волны половодья, равномерное и длительное заливание территорий Нижней Волги, включая дельту и Западные подstepные ильмени, прогрев воды до благоприятных для сельского и рыбного хозяйства температур. После зарегулирования стока, когда все параметры половодья претерпели изменения, роль ВАП также изменилась, хотя функция буферной зоны в целом сохранилась.

В последние десятилетия, наряду с воздействием регулирования стока, резко возросла антропогенная, в том числе рекреационная, нагрузка на территории Волго-Ахтубинской поймы, что существенно изменило ее морфологию, параметры русловой сети, крупных водотоков и водоемов, а также

мелких ериков и проток, характеристики гидрологического режима; следовательно, изменился и механизм заливания пойменных территорий.

На основе исследований, проведенных авторами в дельте Волги и в дельтах других крупных рек России [4–13], определены основные факторы и параметры заливания, характерные для территорий ВАП в современных условиях.

1. Ключевым фактором является сток воды в нижний бьеф Волжской ГЭС во II квартале (так называемый «спецпопуск»), который определяет важнейшие параметры гидрологического режима ВАП в период половодья, такие как:

- продолжительность подъема и спада уровня воды;
- интенсивность подъема и спада уровня воды;
- высота уровня воды в руслах водотоков и на пойме;
- продолжительность стояния максимальных уровней воды;
- температура воды (сумма температур в период половодья).

2. Морфометрия и пропускная способность русловой сети – важный фактор, определяющий режим поступления стока в водотоки и водоемы ВАП и характер распределения стока внутри пойменных территорий. К этой группе факторов относятся:

- снижение отметок дна русла магистрального рукава;
- формирование мелководных баров в истоках основных водотоков, питающих ВАП, что ограничивает поступление воды в период половодья;
- заиление и отмирание мелких водотоков, питавших изолированные пойменные массивы и удаленные водоемы.

3. Антропогенные изменения буферного потенциала ВАП в современных условиях:

- строительство дорог и дамб;
- перекрытие русел водотоков временными плотинами;
- уменьшение резервной емкости ВАП (как за счет снижения пропускной способности русловой сети, так и по причине отмирания внутрипойменных водоемов.)

Основными параметрами гидрологического режима Нижней Волги являются продолжительность половодья, даты наступления его фаз, интенсивность изменения уровня воды на подъеме и спаде половодья, высота уровней и значения расходов воды на пике половодья, температуры воды и интенсивность их изменения в период половодья.

Для всех перечисленных параметров были рассчитаны средние значения за периоды естественного и зарегулированного режима стока [14]. Анализ результатов показал, что в период 1991–2010 гг. зафиксированы значительные изменения всех перечисленных характеристик, обусловленные как естественными климатическими изменениями и общим увеличе-

нием стока воды в бассейне Волги, так и антропогенными факторами, включая изменения в режиме регулирования (табл. 1) .

Таблица 1

Основные параметры гидрологического режима Нижней Волги
в створе г. Волгограда в 1936–1957 гг. (естественный режим)
и 1961–2009 гг. (зарегулированный режим)

Характеристика	Параметр	Естествен- ный режим	Зарегулированный режим		
		1936– 1957 гг.	1961– 2009 гг.	1961– 1990 гг.	1991– 2009 гг.
Продолжитель- ность половодья и его фаз	Половодье	95	64	62	67
	Подъем	41	22	21	23
	Спад	54	42	41	44
Даты наступления характерных фаз половодья	Начало	19.IV	18.IV	20.IV	16.IV
	Пик	29.V	11.V	12.V	9.V
	Окончание	23.VII	22.VI	22.VI	22.VI
Характерные от- метки уровня во- ды в половодье	Начало	-9,46	-10,11	-10,23	-9,94
	Пик	-3,31	-3,65	-3,53	-3,85
	Окончание	-9,46	-10,37	-10,39	-10,34
Характерные рас- ходы воды в по- ловодье	Начало	6205	6162	5424	7288
	Пик	28910	26543	26579	26485
	Окончание	5548	5648	5043	6571
Интенсивность изменения уровня	Подъем	15,24	32,95	35,75	28,69
	Спад	11,76	18,64	19,97	14,57
Характерные тем- пературы воды в половодье	Начало	2,66	3,44	3,73	3,00
	Пик	14,76	8,59	8,76	8,33
	Окончание	22,54	18,39	18,02	18,97
Сумма темпера- тур воды в поло- водье	Половодье	1417	711	683	754
	Подъем	344	138	138	137
	Спад	1074	569	542	608

Примечание. В табл. 1 цветом выделены параметры гидрологического режима, подвергшиеся наибольшему изменению в период зарегулированного режима; анализ показал, что максимальные изменения произошли на фазе подъема половодья.

Анализ современных изменений факторов, непосредственно влияющих на механизм заливания пойменных территорий в период половодья, показал, что значительно сократилась продолжительность стояния высоких уровней воды на пике половодья. Максимальные уровни воды выше отметки -3,0 м БС, которые до 1960-х гг. наблюдались регулярно, а продолжительность их стояния изменялась от 15 до 41 суток, в современных условиях отмечены лишь в 1966 и 1979 гг. (рис. 1).

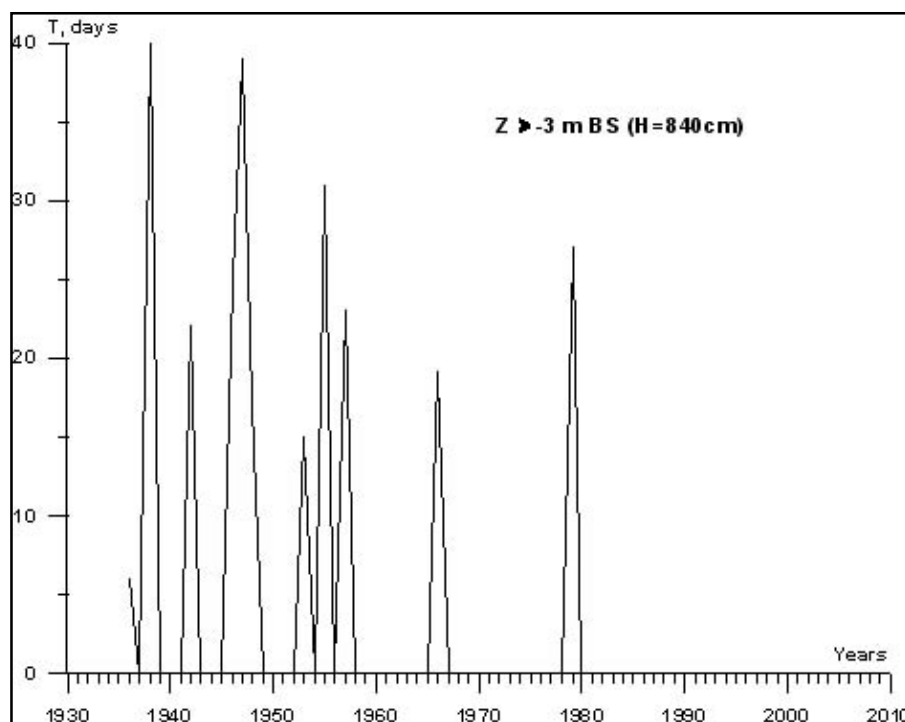


Рис. 1. Продолжительность стояния максимальных уровней воды на пике половодья по данным г/п Волгоград в 1936–2010 гг.

Продолжительность стояния уровней воды на пике половодья выше отметки -4 м БС сократилась с 26 суток до зарегулирования стока до 10–11 суток в последние десятилетия. В то же время интенсивность роста уровня воды на подъеме половодья резко возросла – более чем в два раза (табл. 1) [5, 14]. В этих условиях русловая сеть и водоемы Волго-Ахтубинской поймы не успевают заполниться водой до бровок, и активного заливания пойменных территорий на верхнем участке ВАП, в пределах Волгоградской области, практически не происходит.

Для исследования современного механизма обводнения ВАП на пике половодья, при сбросах в нижний бьеф Волжской ГЭС $Q = 27000 \text{ м}^3/\text{с}$, и на «рыбохозяйственной полке», при сбросах $Q = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$, в 2008–2010 гг. специалистами Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены детальные полевые гидрометрические работы. Были измерены расходы воды во всех узлах разветвления (истоках и устьях) водотоков верхнего участка ВАП от истока рукава Ахтуба до г. Ленинска. Выбор этого участка обусловлен наличием практически замкнутого контура, который позволяет с минимальными потерями рассчитать баланс стока территории Волгоградского участка ВАП. На рис. 2, 3 приведены схемы баланса стока на рассматриваемом участке на пике половодья 2010 г. и на спаде половодья 2008 г., в период «рыбохозяйственной полки». Белыми стрелками на рисунках отмечены водотоки, сток по которым не был зафиксирован в процессе проведения полевых работ на пике половодья и на

«рыбохозяйственной полке», или был отмечен обратный сток. Цифры у стрелок – зафиксированные расходы воды (Q , $\text{м}^3/\text{с}$).

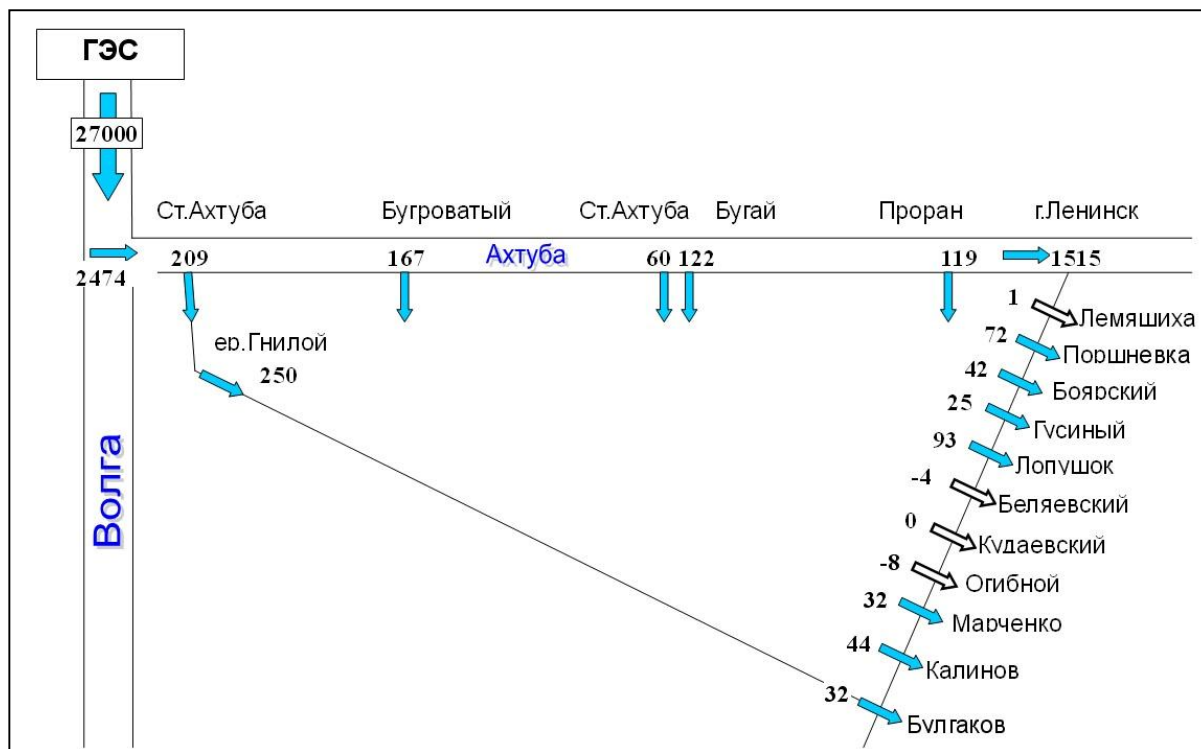


Рис. 2. Баланс стока на пике половодья 2010 г. на Волгоградском участке ВАП

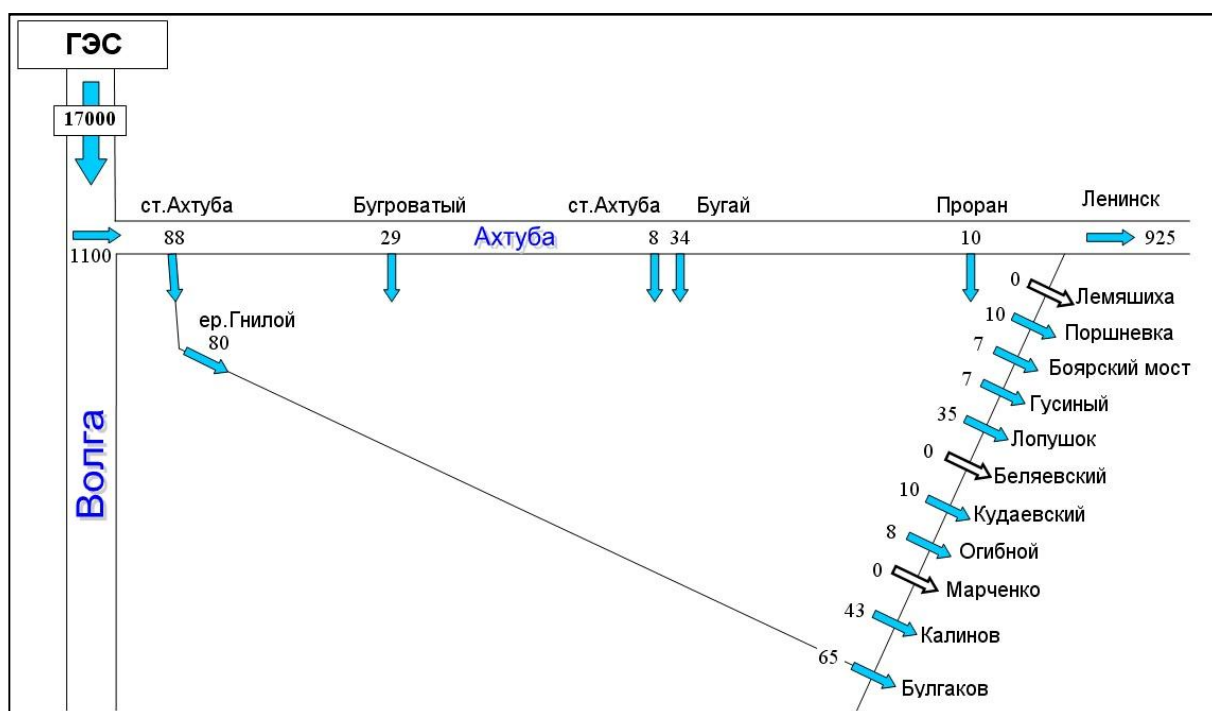


Рис. 3. Баланс стока на спаде половодья 2008 г. на Волгоградском участке ВАП

Проведенные исследования и анализ многолетних данных наблюдений на г/п Волгоград позволяют сделать вывод о том, что в современных условиях на пике половодья ($Q = 27000 \text{ м}^3/\text{с}$) по многим водотокам в верхней части ВАП сток еще не начинается, а на «рыбохозяйственной полке» ($Q = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$) эти водотоки уже перестают работать.

На основе полученных данных рассчитан суммарный баланс стока на рассматриваемом участке ВАП (табл. 2). Полученные результаты показали, что на пике половодья в исток Ахтубы поступает 9,1 % стока в нижний бьеф Волжской ГЭС, на «рыбохозяйственной полке» – 6,7 %.

Таблица 2

Баланс стока на Волгоградском участке ВАП в период половодья по данным гидрометрических работ ГОИН в 2008–2010 гг.

№	Гидроствор	Сбросы в нижний бьеф Волжской ГЭС, $\text{м}^3/\text{с}$	
		2008 г. $Q = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$	2010 г. $Q = 27000 \text{ м}^3/\text{с}$
1	Исток Ахтубы	1147	2474
2	Суммарный гидрометрически учтенный отток из русла Ахтубы в ВАП	169	677
3	Ахтуба ниже истока ер. Проран (г. Ленинск)	925	1515
4	Суммарный отток с территории ВАП через трансекту Ленинск – Покровка	185	341
5	Гидрометрически не учтенный сток Ахтубы	53	282

Обводнение русловой сети, водоемов и пойменных массивов верхнего участка ВАП, благодаря особенностям рельефа этой территории, происходит из русла рукава Ахтуба (рис. 2, 3).

На пике половодья на обводнение территорий ВАП уходит 28 % стока Ахтубы в ее истоке, а на спаде половодья – лишь 14 % (табл. 2). Необходимо подчеркнуть, что в 1960–1970-х гг. на спаде половодья в русловую сеть ВАП поступало до 20 % стока Ахтубы, что обеспечивало продолжительное и относительно равномерное заливание пойменных территорий.

Снижение пропускной способности основных отводящих водотоков в их истоках, зафиксированное в 2008–2010 гг., обусловлено двумя противоположенными процессами – снижением отметок дна магистрального русла Волги в нижнем бьефе ГЭС и формированием мелководных баров в истоках рукавов [15]. При равных расходах воды, поступающей в нижний бьеф Волжской ГЭС, уровни воды в русле Волги значительно снизились (рис. 4).

После ввода в эксплуатацию Волжской ГЭС на проектную мощность (в 1961 г.) при расходе воды $Q = 25000\text{--}27000 \text{ м}^3/\text{с}$ в русле Волги (г/п Волгоград) наблюдались уровни воды -3,8...-3,4 м БС. В настоящее время при тех же расходах воды уровни воды на 0,5...0,7 м ниже (рис. 4).

В 1960-х гг. на спаде половодья, при $Q = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$, уровни воды изменялись в диапазоне $-5,5 \dots -5,2 \text{ м БС}$ (пунктирная линия на рис. 4), что обеспечивало устойчивое обводнение пойменных массивов. В современных условиях для того, чтобы обеспечить те же уровни воды, на спаде половодья необходимо в течение «рыбохозяйственной полки» поддерживать сбросы в нижний бьеф Волжской ГЭС не ниже $Q = 20000 \text{ м}^3/\text{с}$. При $Q = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$ в 2010–2012 гг., по данным г/п Волгоград, в русле Волги зафиксированы уровни воды $-6,5 \dots -6,0 \text{ м БС}$, что на 1 метр ниже, чем 50 лет назад.

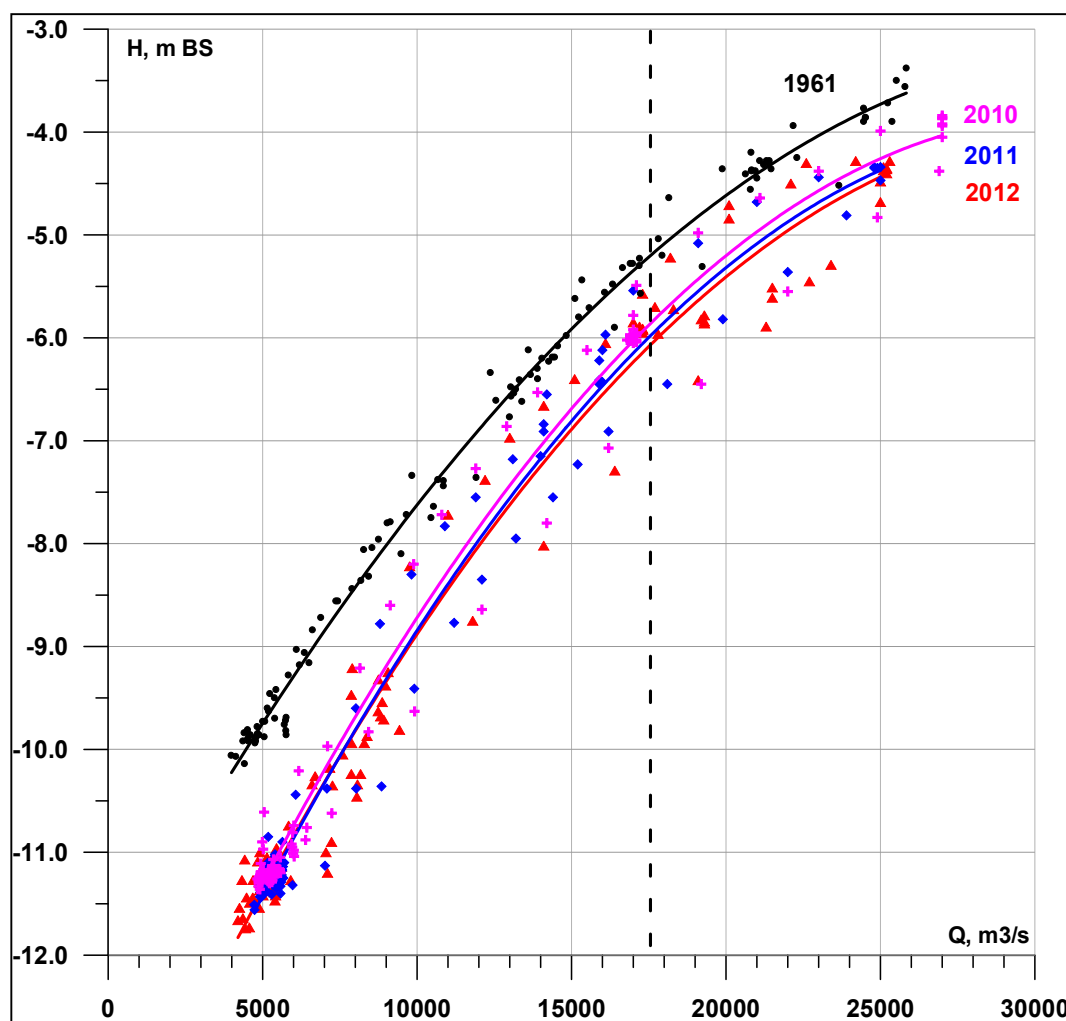


Рис. 4. Кривые связи уровней воды H , м БС (г/п Волгоград), и расходов воды (сбросов) Q , $\text{м}^3/\text{с}$, в нижний бьеф Волжской ГЭС. 1961–2012 гг.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. В последние десятилетия механизм заливания ВАП значительно изменился по сравнению с естественными условиями и началом периода зарегулированного стока.
2. Режим заливания пойменных массивов дельты Волги и обводнение ЗПИ в современных условиях во многом определяется гидрологиче-

ским режимом ВАП в период половодья, закономерностями трансформации волны половодья в пределах ВАП.

3. Заливание пойменных территорий ВАП является важнейшим фактором существования и развития всей уникальной экосистемы Нижней Волги. В настоящее время невозможно обеспечить оптимальный режим обводнения дельты Волги и ЗПИ без восстановления благоприятных условий обводнения ВАП.

4. Необходимо в ближайшее время разработать систему мероприятий для восстановления потенциала Волго-Ахтубинской поймы как естественного регулятора стока Нижней Волги в период половодья.

Список литературы

1. Байдин, С. С. Сток и уровни дельты Волги / С. С. Байдин. – М. : Гидрометеиздат, 1962. – 378 с.
2. Байдин, С. С. О заливаемости дельты Волги в условиях зарегулированного стока / С. С. Байдин // Труды ГОИН. – 1967. – Вып. 89. – С. 67–71.
3. Рыбак, В. С. Потери стока в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги / В. С. Рыбак // Труды ГОИН. – 1973. – Вып. 116. – С. 82–96.
4. Горелиц, О. В. Оценка изменений времени добега волн половодий и попусков в дельте Волги / О. В. Горелиц // Труды ГОИН. – 1986. – Вып. 179. – С. 80–85.
5. Горелиц, О. В. Характеристика уровня режима при прохождении волн половодий и попусков в дельте Волги / О. В. Горелиц // Водные ресурсы. – 1994. – № 21 (4). – С. 457–462.
6. Горелиц, О. В. Заливание дельты Волги и влияние на него изменений уровня Каспийского моря / О. В. Горелиц, В. Ф. Полонский // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 10. – С. 87–99.
7. Горелиц, О. В. Основные факторы затопления дельт рек / О. В. Горелиц // Динамика и термика рек, озер и водохранилищ : труды V конференции. – М., 1999. – С. 415–418.
8. Полонский, В. Ф. Оценка регулирующей роли дельты Волги при пропуске половодья / В. Ф. Полонский, О. В. Горелиц // Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. – СПб. : Гидрометеиздат, 2003. – С. 65–77.
9. Горелиц, О. В. Реконструкция половодья на Нижней Волге по данным спутникового мониторинга в 2002–2003 гг. Эксперимент «Вешние воды» / О. В. Горелиц, И. В. Землянов // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей : труды VI конференции. – М., 2004. – С. 516–519.
10. Землянов, И. В. Технологии использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для мониторинга сезонных процессов в прибрежной зоне и устьевых областях рек Каспийского моря / И. В. Землянов, О. В. Горелиц // Пособие по применению данных дистанционного зондирования для управления морской и прибрежными экосистемами Прикаспийского региона. – М., 2004. – С. 95–113.
11. Горелиц, О. В. Катастрофический паводок в дельте Терека в июне-июле 2002 года / О. В. Горелиц, И. В. Землянов, А. Е. Павловский, А. К. Артемов, В. Н. Яготинцев // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 5. – С. 62–71.
12. Горелиц, О. В. Исследование сезонных процессов в устьевой области Волги с использованием данных дистанционного зондирования / О. В. Горелиц, И. В. Землянов // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 3. – С. 261–273.

13. Землянов, И. В. Основные задачи реализации мониторинга водных объектов дельты Волги / О. В. Горелиц, И. В. Землянов // Водные ресурсы Волги. Настоящее, будущее, проблемы управления : сб. статей Всероссийской научно-практической конференции. 3–5.10.2007. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2007.

14. Горелиц, О. В. Многолетняя и сезонная изменчивость основных параметров гидрологического режима Нижней Волги в створе г. Волгограда / О. В. Горелиц, И. В. Землянов, А. А. Сапожникова // ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы : материалы научно-практической конференции. – Волгоград, 2010. – С. 186–198.

15. Горелиц, О. В. Влияние морфометрических характеристик русла на водообеспечение территорий Нижней Волги / О. В. Горелиц, И. В. Землянов, Л. Г. Синенко // Современное состояние водообеспеченности и пути оптимизации хозяйственной деятельности в зоне западно-подступных ильменей : материалы науч.-практ. конф. – Астрахань, 2011. – С. 68–75.