



УДК 556.555

ВНУТРИГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОДНОГО РЕЖИМА ВОДОХРАНИЛИЩ КАМСКОГО КАСКАДА В МНОГОВОДНЫЙ 2019 Г.

Калинин Виталий Германович, д.г.н., доцент, заведующий кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов
Пермский государственный национальный исследовательский университет
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Шайдулина Аделия Александровна, старший преподаватель кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов
Пермский государственный национальный исследовательский университет
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Фасахов Михаил Александрович, ассистент кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов
Пермский государственный национальный исследовательский университет
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 22-17-00224
«Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах каскадов Верхне-
Волжских и Камских водохранилищ при различных сценариях землепользования и
изменениях климата на их территориях».*

Аннотация. В работе рассматриваются особенности водного режима водохранилищ Камского каскада в многоводный 2019 г. Выполнен анализ хода уровня воды, суммарного притока к гидроузлам, и сброса через них в периоды весеннего наполнения, летне-осенней стабилизации и зимней сработки.

Ключевые слова: водохранилища Камского каскада, уровень воды, приток и сток через ГЭС, многоводный год.

Водный режим водохранилищ во многом определяется соотношением приходных и расходных составляющих водного баланса. Вопросами его изучения занимались многие авторы [1-3, 5-7, 10]. Как отмечал Ю.М. Матарзин [7], в соотношении основных составляющих водного баланса водохранилищ не наблюдается изменений по территории, обусловленных географической зональностью: в приходной части водного баланса преобладает поверхностный приток с водосбора (73-99%), а в расходной – сток через гидросооружения (60-98%). Роль остальных элементов баланса незначительна. Наибольшее количество воды поступает в водохранилище и сбрасывается в нижний бьеф в период весеннего наполнения (около 60% годового притока). Величины притока и

сброса воды сильно колеблются по сезонам, в годы разной водности, а также связаны с каскадным режимом работы многих водохранилищ.

Целью работы является анализ внутригодовой изменчивости водного режима водохранилищ Камского каскада в многоводный 2019 г.

Исходными данными послужили материалы ежедневных наблюдений за уровнем воды в водохранилищах, суммарным притоком и расходом через ГЭС [11].

Территория водосбора водохранилищ Камского каскада (рис. 1), общей площадью 370000 км², охватывает бассейн Верхней, Средней и Нижней Камы и расположена на северо-востоке Европейской части России. Протяженность с севера на юг составляет 956 км (от 61°57'с.ш. до 52°38'с.ш.), а с запада на восток – 580 км (от 51°42'в.д. до 60°25'в.д.).

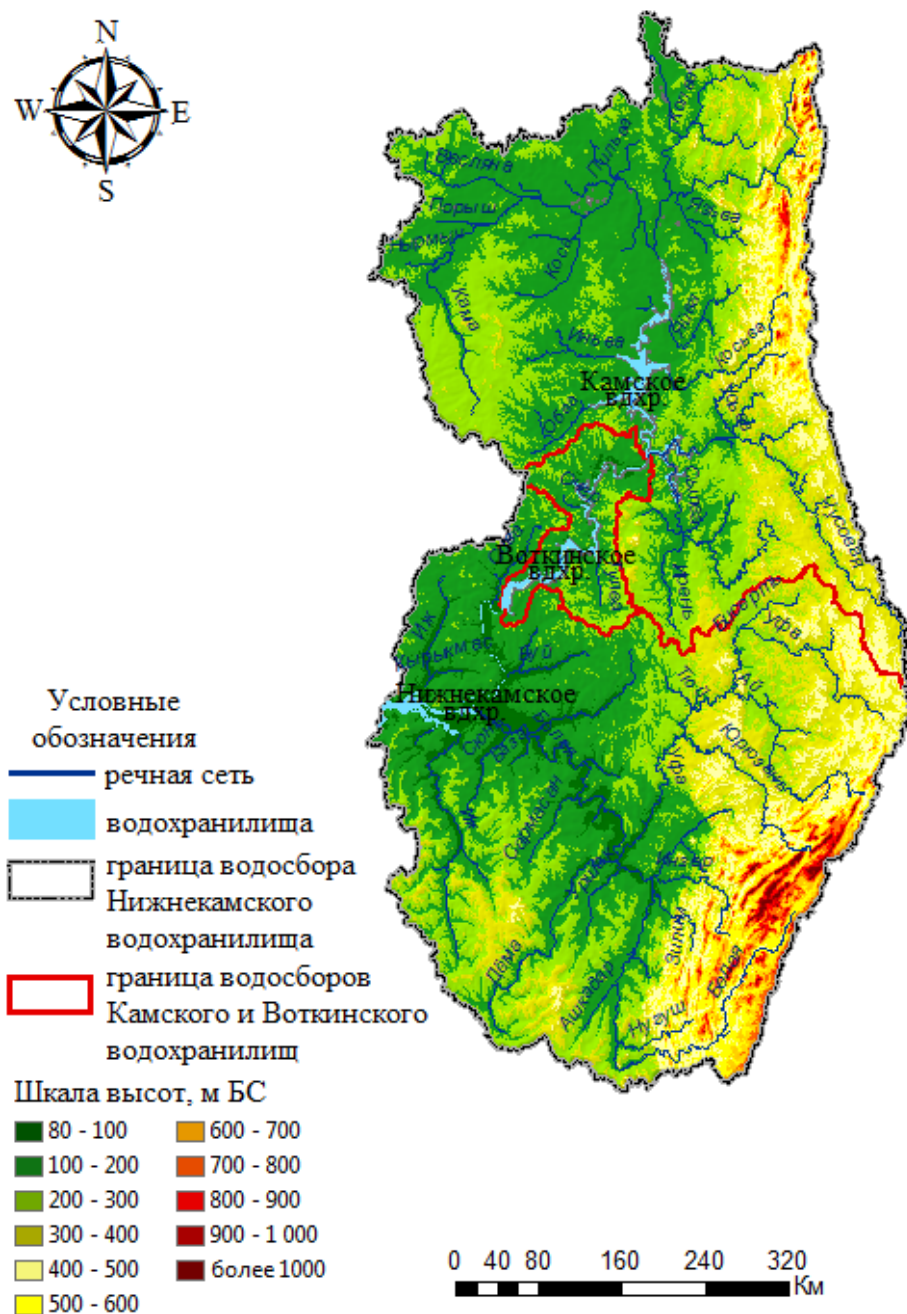


Рис. 1. Водосбор водохранилищ Камского каскада

Водосбор представляет собой всхолмленную равнину, повышающуюся с запада на восток, где характерной особенностью рельефа являются западные хребты Уральской горной страны, занимающие около 30 % общей площади бассейна. Наибольшие высоты горной части водосбора составляют 1000-1500 м БС, равнинной – 200-320 м БС.

Камский каскад образован тремя водохранилищами, расположенными на р. Каме в следующем порядке: Камское (плотина в г. Перми), Воткинское (плотина в г. Чайковский), Нижнекамское (плотина в г. Набережные Челны). Основные морфометрические характеристики водохранилищ и проектные уровни представлены в табл. 1. Морфометрические характеристики водохранилищ являются важнейшими параметрами, которые не только определяют их форму и размеры, но и используются для классификации, расчетов и прогнозов элементов режима (Калинин, 2014).

Таблица 1

Проектные уровни и основные морфометрические характеристики водохранилищ камского каскада (Правила использования..., 2014 и 2016)

№ п/п	Наименование параметра	Водохранилища		
		Камское	Воткинское	Нижнекамское
<i>Проектные уровни</i>				
1	Нормальный подпорный уровень, НПУ (м БС)	108,50	89,00	63,30
2	Минимальный допустимый уровень (мертвого объема), УМО (м БС)	100,00	84,00	62,70
3	Уровень принудительной предполоводной сработки, УПС (м БС)	101,00	85,00	нет
4	Форсированные уровни при пропуске максимальных расходов вероятностью превышения 0,01%, м БС	$\frac{110,20}{110,12^*}$	$\frac{90,00}{89,89^*}$	68,99
5	Минимальный навигационный уровень, МНУ (м БС)	106,00	87,00	63,00
<i>Морфометрические характеристики</i>				
6	Площадь зеркала при НПУ, км ²	1915	1120	1370
7	Полный объем водохранилища при НПУ, км ³	12,21	9,36	4,21

*в числителе приведен проектный ФПУ, в знаменателе – полученный по результатам гидравлических расчетов, выполненных при разработке «Правил использования...» (2016).

Как видно из табл. 1, наибольшая амплитуда хода уровня воды в течение года характерна для Камского водохранилища, а наименьшая – для Нижнекамского.

Анализ внутригодового распределения приходных и расходных составляющих водного баланса в многоводный год выполнен за 2019 г. (рис. 2). Он являлся аномальным с точки зрения регулирования стока, поскольку впервые за всю историю существования Камской ГЭС для поддержания уровня водохранилища в пределах НПУ затворы водосбросов открывались даже в ноябре из-за высоких и продолжительных дождевых паводков в течение всего летне-осеннего периода.

При прохождении пика половодья суммарный приток воды к Камскому водохранилищу в среднем составил 5508 м³/с (пик 13000 м³/с – 12.05). Расход воды через плотину ГЭС – 3737 м³/с (пик 7497 м³/с – 19.05). До НПУ водохранилище наполнилось во второй декаде мая. Продолжительные дождевые паводки обусловили значительные приток и расход воды через ГЭС в среднем около 4000 м³/с. Такая же ситуация наблюдалась с конца сентября до середины ноября. Уровень воды на протяжении всего периода летне-осенней стабилизации был выше отметки 108,09 м БС (рис. 2а).

Приток воды в Воткинское водохранилище (рис. 2б) в период наполнения составил в среднем 3931 м³/с (пик 7663 м³/с – 20.05), а максимальный расход воды через плотину – 3239 м³/с (пик 6137 м³/с – 21.05). Отличительной чертой этого года был очень дождливый летне-осенний сезон. Суммарный приток воды через Камскую ГЭС в этот период составил в среднем 3019 м³/с, а расход воды через гидросооружения Воткинской ГЭС – 2942 м³/с. При таком режиме работы каскада на обоих водохранилищах не наблюдалось недельного регулирования стока. Дождевые паводки продолжались до второй половины ноября, что

обусловило стабильное стояние уровня воды на отметках, близких к НПУ.

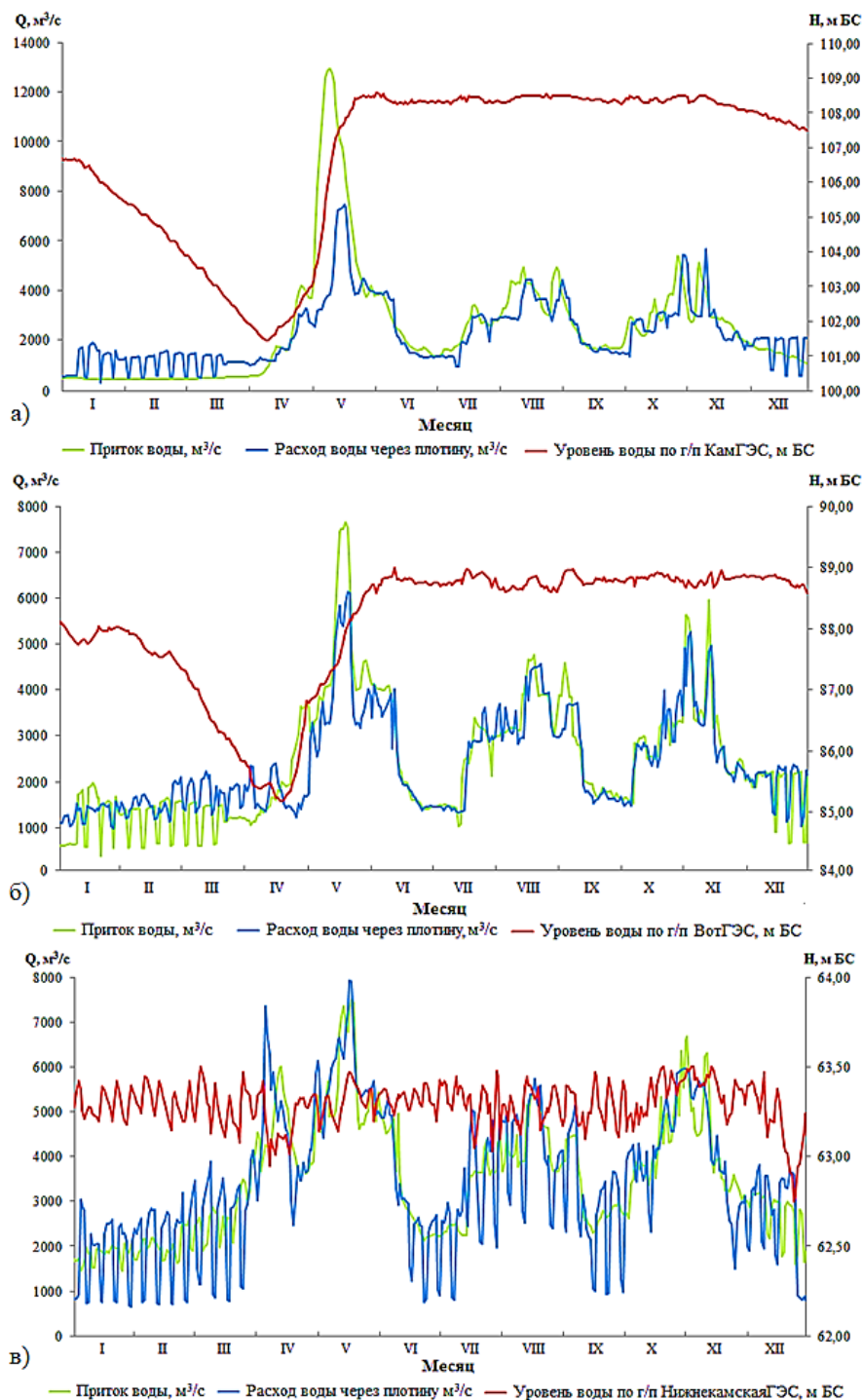


Рис 2. Внутригодовое распределение приходных и расходных составляющих водного баланса и уровня режима Камского (а), Воткинского (б) и Нижнекамского (в) водохранилищ в многоводный 2019 г.

Нижнекамское водохранилище является третьей (не сопряженной) ступенью каскада камских водохранилищ. Уровеньный режим этого водохранилища определяется регулирующей ролью Камского и Воткинского гидроузлов с одной стороны и регламентом работы Нижнекамской ГЭС с другой. Отличительной чертой Нижнекамского водохранилища является его работа на промежуточных проектных отметках (НПУ в настоящее время составляет 63,30 м БС, что на 4,70 м ниже проектного). Анализ рис. 3в показал, что общие закономерности притока воды и ее расхода через плотину, отмеченные на Камском и Воткинском водохранилищах, полностью подтверждаются на Нижнекамском.

Уровень воды на протяжении всего 2019 г. держался практически на одной отметке, и в среднем составлял 63,29 м БС. Максимальный приток в водохранилище, обусловленный сбросами воды через Воткинскую ГЭС, наблюдался в период с начала апреля до середины июля и составил в среднем 4503 м³/с (пик 7496 м³/с – 19.05). Максимальный расход воды через плотину Нижнекамской ГЭС в среднем составил 4544 м³/с (пик 7921 м³/с – 18.05). В летне-осенний период значения суммарного притока воды к водохранилищу и сброса из него составили в среднем 3700 м³/с.

Таким образом, ход уровня воды в Камском водохранилище – регуляторе каскада, обусловлен сложным взаимодействием природных и антропогенных факторов, отражающим соотношение притока и расхода воды через ГЭС. Формирование уровенного режима Воткинского водохранилища полностью зависит от сбросов воды через Камскую ГЭС, а расход воды определяется регламентом работы Воткинского гидроузла. Для Нижнекамского водохранилища, в отличие от Камского и Воткинского, характерно отсутствие четко выраженных фаз наполнения, летне-осенней стабилизации и зимней сработки, а ход уровня воды определяется сложным характером каскадного регулирования.

Список литературы:

1. Болгов М.В., Бубер А.Л., Горелиц О.В., Землянов И.В. Управление водными ресурсами Нижней Волги в условиях климатических изменений //Изменение климата в регионе Каспийского моря. – 2022. – С. 245–247.
2. Григорьев В.Ю., Фролова Н.Л., Джамалов Р.Г. Изменение водного баланса крупных речных бассейнов европейской части России //Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2018. – №. 4. – С. 36–47.
3. Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С., Кашутина Е.А., Шапоренко С.И., Ясинский С.В. Изменение стока и качества вод на водосборах водохранилищ //Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. – 2019. – С. 75-80.
4. Калинин В.Г. Водный режим камских водохранилищ и рек их водосбора в зимний сезон: монография; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2014. – 184 с.
5. Коронкевич Н.И., Георгиади А.Г., Ясинский С.В. О гидрологических изменениях //Вопросы географии. – 2018. – №. 145. – С. 15–34.
6. Китаев А.Б., Шайдулина А.А. Взаимосвязь составляющих водного баланса и характера уровенного режима в районе переменного подпора Камского водохранилища // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 5. – С. 101–105.
7. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ: учебн. Пермь, 2003. 296 с.
8. Правила использования водных ресурсов Нижнекамского водохранилища на р. Каме. Федеральное агентство водных ресурсов. –2014. –132 с.
9. Правила использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилищ на р. Каме. Федеральное агентство водных ресурсов, 2016. – 202 с.
10. Ясинский С.В. Водный баланс природных зон бассейна р. Волги в разные по водности фазы многолетнего периода //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – №. 6. – С. 86–101.
11. [Электронный ресурс]: <http://gis.vodinfo.ru/>.

INTRA-ANNUAL VARIABILITY OF WATER REGIME OF THE KAMA CASCADE RESERVOIRS IN THE HIGH-WATER YEAR 2019

Vitaly G. Kalinin, Adeliya A. Shaydulina, Michael A. Fasakhov

Abstract. The article is devoted to the features of the water regime of the Kama cascade reservoirs in the high-water year 2019. An analysis of the course of the water level, the total inflow to the reservoirs and discharge through HEPS during the periods of spring rising water level, summer-autumn stabilization and winter water level decrease was performed.

Key words: reservoirs of the Kama cascade, water level, inflow and runoff through hydroelectric power stations, high-water year.