

УДК 556.552

СОВРЕМЕННАЯ МОРФОМЕТРИЯ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2010 г. В.В. Михалев¹, И.К. Мацкевич², А.В. Белобородов¹

¹ ООО «Научно-производственное объединение «Омега», г. Пермь

² Пермский государственный университет, г. Пермь

Ключевые слова: Воткинское водохранилище, гидрографические исследования, морфометрия, морфология, гидролого-морфологическое районирование, морфолитогенез, ГИС-проект.

Приведены результаты гидрографических исследований акватории Воткинского водохранилища с целью уточнения его морфометрических параметров; проанализирована динамика изменения морфометрических показателей гидрографических районов и участков по сравнению с данными 1973 г.; построена цифровая модель рельефа (ЦМР) дна и берегов Воткинского водохранилища; выполнена оценка изменения инженерно-геологических условий прибрежной территории при наполнении водохранилища до форсированных отметок уровня; разработан ГИС-проект «Морфометрия Воткинского водохранилища».

Введение

Целью данной работы явилось создание информационной базы для повышения эффективности мероприятий по улучшению технического состояния Воткинского водохранилища и управления использованием его водных ресурсов.

Исследования выполнялись в рамках государственного контракта с ФГУ «Камводэксплуатация» Федерального агентства водных ресурсов сотрудниками ООО «НПО «Омега» в 2008-2009 гг. по теме: «Уточнение морфометрических характеристик Воткинского водохранилища» [1]. В качестве соисполнителей в работе принимали участие специалисты ФГУП «КамНИИВХ» и кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного университета.

Состояние вопроса

Морфометрические характеристики Воткинского водохранилища представлены в работах [2–6], самые ранние данные приводятся в работе 1962 г. [2]. Наиболее подробная морфометрическая характеристика Воткинского водохранилища выполнена И.К. Мацкевичем [3]. Для решения задач комплексных исследований водоема, им рассчитаны основные морфометрические показатели районов, участков и зон водохранилища.

На сегодняшний день последним официальным картографическим источником по исследуемому водоему является «Атлас единой глубоководной системы Европейской части РФ» [5], при разработке которого использованы материалы гидрографических работ, выполненных в 1992–1996 гг. русловыми партиями ФГУП «Камводпуть».

В работе ЗАО «ГИДРОТЕХ» [6] в таблице «Основные водноэнергетические характеристики гидроузлов Камского каскада» содержится информация о площади водного зеркала и объемах водной массы при нормальном подпорном уровне (НПУ = 89,0 м) и уровне сработки (УС = 85,0 м). Следует отметить, что в этой части информация полностью повторяет ранние данные по морфометрии Воткинского водохранилища [2].

Представленная в данной статье работа по уточнению морфометрических характеристик Воткинского водохранилища [1] является первым после многолетнего перерыва гидролого-морфологическим исследованием водоема, позволяющим проследить динамику изменения основных морфометрических параметров. Полученные результаты представляют большое значение как для практических расчетов при изысканиях и проектировании, так и для теоретических исследований.

Исходные данные и методика исследований

База данных по глубинам русловой части Воткинского водохранилища создана на основе батиметрических съемок ФГУП «Камводпуть» с шагом точек глубин 100x100 м. Гидрографические исследования мелководных участков водохранилища и всех крупных заливов выполнены сотрудниками ФГУП «КамНИИВХ» с использованием навигационного эхолота Lowrance LMS 480M с антенной LGC-3000 (GPS/WAAS).

Общий объем собранной информации по глубинам дна составил 93000 точек. Результаты обработки данных батиметрических съемок в географических координатах системы WGS 1984 были использованы при построении цифровой модели рельефа (ЦМР) дна. Технологически алгоритм построения ЦМР реализован на лицензионном программном продукте ArcGIS 9.3 с использованием инструмента «Topo to Rastr». Инструмент позволяет создавать Grid-модель рельефа дна водохранилища путем интерполяции исходных данных по отметкам глубин.

Гидролого-морфологическое районирование

Воткинское водохранилище образовано в долине р. Кама и ее притоков. Оно представляет собой сравнительно узкий со значительной извилистостью береговой линии искусственный водоем долинного типа с сезонным, а также недельным и суточным регулированием стока.

При уточнении морфометрических параметров Воткинского водохранилища использована гидролого-морфологическая схема районирования, разработанная И.К. Мацкевичем [3]. Согласно этой схеме Воткинское водохранилище – однопесовый водоем с 3 гидрографическими районами и 6 участками (рис. 1).

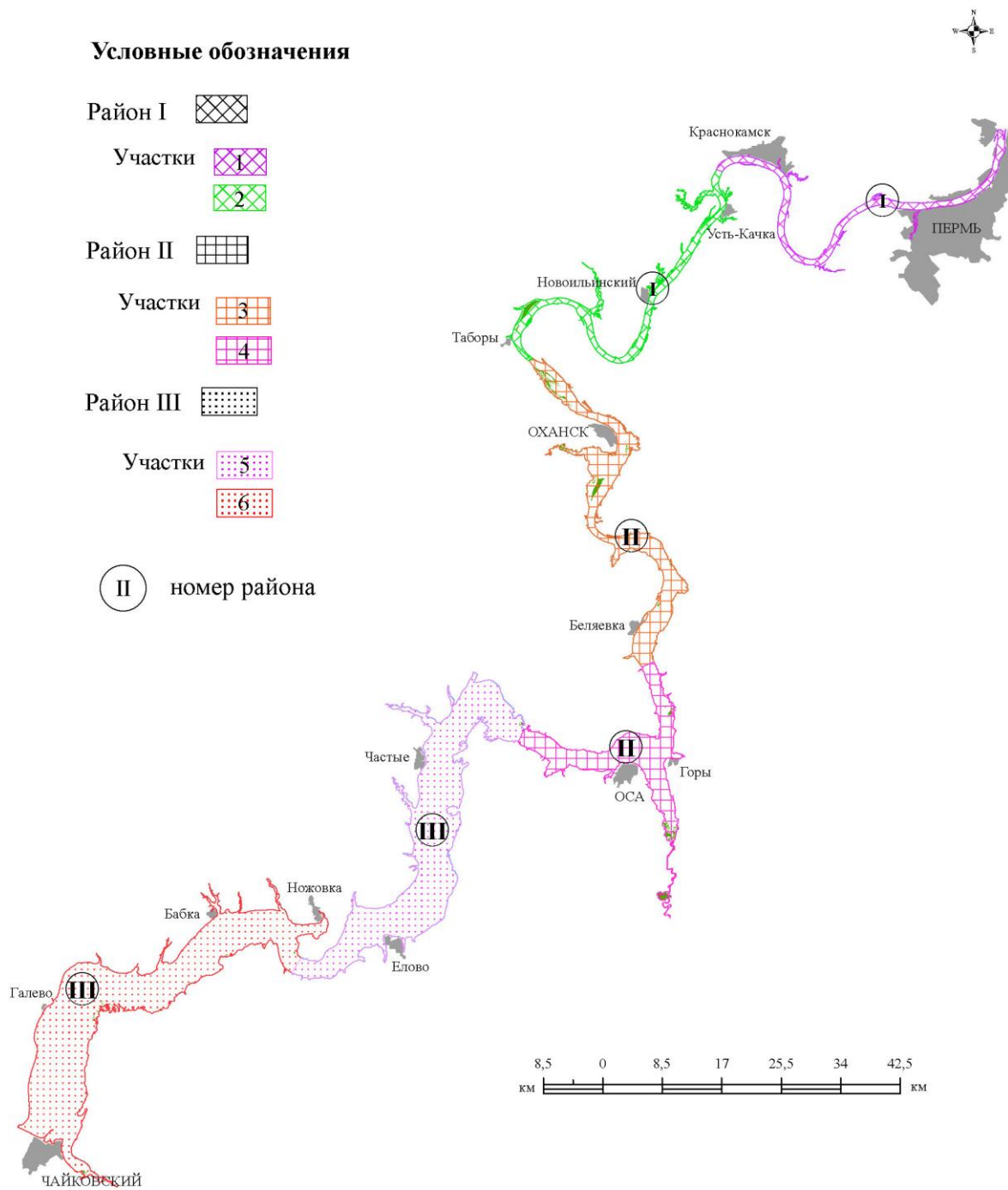


Рис. 1. Схема гидролого-морфологического районирования Воткинского водохранилища

Условия и факторы формирования морфометрических показателей

Анализ многолетних исследований И.К. Мацкевича [3], Ю.М. Матарзина [7], И.А. Печеркина [8] и В.В. Михалева [9] показывает, что в котловине Воткинского водохранилища выделяются несколько областей с определенными типами динамической обстановки рельефообразования и осадконакопления. Эти области определяют направленность и величину изменения основных морфометрических параметров как в границах районов и участков, так и всего водоема в целом.

1. Область преобладающего флювиального морфолитогенеза почти полностью совпадает с границами I гидрографического района (рис. 1). Нижняя граница этой зоны расположена в 2 км ниже с. Таборы, но наиболее часто она располагается в створе пос. Новоильинский. Граница подвижна и ее положение зависит как от величины наполнения Воткинского водохранилища (отметка уровня верхнего бьефа у плотины), так и от расходов сбрасываемых вод через створ Камской ГЭС. Наиболее выражен флювиальный морфолитогенез в пределах влияния как недельного, так и суточного регулирования. В годы различной водности протяженность этой области от створа Камской ГЭС вниз по течению может изменяться от 60 до 120 км.

2. В пределах переходной области особенности морфолитогенеза обусловлены совместным действием волновых и проточных течений. При этом доминирование того или другого процесса имеет четко выраженный сезонный характер, а также зависит от водности года и стадии наполнения водоема. По схеме районирования эта область полностью вмещает II гидрографический район (рис. 1). Ее протяженность изменяется от 95,8 до 104 км по средней равноудаленной линии.

3. Для области волнового морфолитогенеза характерна преобладающая роль волновых процессов в рельефообразовании и осадконакоплении. Эта область полностью занимает III гидрографический район (рис. 1). Северная граница области начинается в 15 км ниже по течению от г. Оса, а южная совпадает со створом Воткинского гидроузла. При наполнении водоема устьевые участки русел и частично долин впадающих рек оказались заполнены камскими водами.

В связи с распространением подпора от водной массы водохранилища в нижнем течении притоков сформировались заливы различных размеров. Наиболее значительными из них являются Мулянский, Сюзьвинский, Нытвенский, Очерский, Тулвинский, Ерзовский, Ножовский, Сайгатский.

Динамика морфометрических параметров районов и участков в сравнении с данными 1973 года

Полученные в результате исследований новые морфометрические параметры районов и участков Воткинского водохранилища показаны в табл. 1, 2 и 3 в сравнении с данными [3].

По результатам уточнения морфометрических параметров Воткинского водохранилища [1] его длина по средней линии составляет 340,2 км (табл. 1 и 2). Объем водной массы при отметке НПУ составляет 8,65 км³ (табл. 1 и 3), площадь зеркала (без островов) при НПУ равна 1066,7 км², площадь островов – 13,3 км². Максимальная глубина в водоеме 22,8 м, средняя – 7,1 м. Длина береговой линии при НПУ составляет 747,1 км по левому и 745,6 км по правому берегам. Зимой с уменьшением расхода через створ Камского гидроузла (февраль-март, реже апрель), а также с переходом притоков водоема на грунтовое питание начинается сработка собственной водной массы водохранилища Воткинской ГЭС. Понижение уровня в водоеме приводит к уменьшению площади, объема и осушке определенной части водохранилища. При понижении уровня до отметки зимней сработки (УС) площадь водоема уменьшается до 778,1 км², а объем до 5,034 км³.

табл. 1, 2, 3

Анализ данных, полученных в ходе работ по уточнению морфометрических параметров [1], целесообразно выполнить с учетом доминирующего влияния факторов морфолитогенеза выделенных областей.

На Воткинском водохранилище область флювиального морфолитогенеза занимает I гидрографический район (рис. 1), который одновременно является участком выклинивания подпора Воткинского водохранилища и нижним бьефом Камского гидроузла.

В границах этой области произошли размыв дна и переуглубление ложа водохранилища. Наибольшая глубина водоема возросла с 13,0 до 18,6 м, средняя – с 5,2 до 5,9 м. Объем водной массы на первом участке (Камская ГЭС – г. Краснокамск) увеличился с 300 до 317,24 млн м³, а на втором (г. Краснокамск – с. Таборы) уменьшился с 420 до 373,31 млн м³ (табл. 3). Уменьшение объема обусловлено

смещением и транспортировкой размытого материала с самого верхнего участка водохранилища.

Переходная область ниже с. Таборы формируется в условиях совместного влияния волновых процессов и стоковых (проточных) течений. При этом преобладающее влияние волнения отмечается в южной части этой области. Заметное воздействие течений, но более слабое по сравнению с первым гидрографическим районом, отмечается на верхнем участке переходной области Таборы – Оханск и вплоть до с. Горы. В рельефе береговой зоны переходной области появляется галечная отмостка вблизи уреза воды и отмечается частичное снижение крутизны береговых склонов.

Уточненные морфометрические параметры вполне соответствуют тем особенностям морфолитогенеза, которые определили их динамику за время существования водоема. Почти все характеристики поверхности, глубин и объемов уменьшаются (табл. 2, 3). Это обусловлено интенсивной аккумуляцией материала, поступающего, прежде всего, за счет переработки берегов, а также с водосборных площадей.

Область волнового морфолитогенеза расположена в приплотинной части Воткинского водохранилища в пределах 5 и 6 морфологических участков (рис. 1). В соответствии с развитием гидродинамических процессов в этой области основные морфометрические показатели претерпели существенные изменения. Максимальная глубина уменьшилась на 7,2 м. Длина по средней линии возросла с 110,4 до 122,1 км. Средняя ширина уменьшилась с 6,3 до 5,1 км, а наибольшая возросла с 8,2 до 8,6 км. Площадь водного зеркала при НПУ уменьшилась с 701,4 до 689,1 км². Объем водной массы этой области увеличился с 6480 до 6540,91 млн м³. Это на первый взгляд противоречит логике развития процессов морфолитогенеза в этой области. Однако следует учесть, что в 1973 г. [3] при подсчете объема водной массы этой части Воткинского водохранилища не были учтены объемы крупных заливов.

Гидрографические исследования в рамках работы [1] позволили рассчитать долю частных емкостей заливов в общем объеме водохранилища. Суммарный объем Ерзовского, Ножовского и Сайгатского заливов составил 0,15 км³, что и привело к увеличению объема водной массы III гидрографического района, несмотря на интенсивное осадконакопление.

Заключение

За период с 1973 по 2009 гг. основные морфометрические характеристики Воткинского водохранилища: объем водной массы и площадь зеркала при НПУ уменьшились (табл. 1, 2 и 3). Наиболее заметное уменьшение на 712 млн м³ претерпел объем водной массы.

Анализ уточненных значений морфометрических характеристик [1] в сопоставлении с материалами 1973 г. [3] убедительно показывает, что в целом изменение параметров хорошо укладывается в схему формирования чаши такого сложного искусственного водоема, каким является Воткинское водохранилище.

Сравнение разновременных данных (табл. 2 и 3) позволяет устанавливать тенденции морфоструктурных изменений и оценивать особенности многолетней динамики процессов как в целом для водохранилища, так и для отдельных его частей.

Проведенные исследования Воткинского водохранилища показали, что характер и интенсивность всех внутриводоемных процессов, своеобразие взаимодействия водоема с окружающей средой осуществляется с учетом особенностей его морфометрии. Поэтому использование в гидрологических и водохозяйственных расчетах «устаревших» значений морфометрических показателей, которые получены на начальном этапе формирования ложа водоема, заведомо ведет к погрешностям и неверным результатам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уточнение морфометрических характеристик Воткинского водохранилища. Т.1 // Отчет по НИР / ООО «НПО «Омега», рук. В.В. Михалев. Пермь, 2009.
2. План эксплуатации водного хозяйства водохранилищ Камской и Воткинской ГЭС. Л.: Ленгидропроект, 1962. 245 с.
3. Мацкевич И.К. Особенности гидрологического режима Воткинского водохранилища в связи с его положением в каскаде: автореф. дис. ...канд. геогр. наук. Пермь, 1973. 28с.
4. Пономарев В.И. Режим больших водохранилищ // Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1973. Т. 11. Средний Урал и Предуралье. 848 с.

5. Атлас единой глубоководной системы Европейской части РФ. Т. 9. Река Кама от поселка Керчевский до города Чайковский. Ч. I. – СПб.: ОАО «Иван Федоров», 2000. 54 с.
6. Правила использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилищ на р. Кама (II редакция). СПб.: ЗАО «ГИДРОТЕХ», 2004. 82 с.
7. Матарзин Ю.М. Введение // Водоохранилище Воткинской ГЭС на р. Кама. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1968. С. 7-12.
8. Печеркин И.А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1969. Ч. II. 308 с.
9. Михалев В.В. Геологические условия развития геодинамических процессов на берегах камских водохранилищ: дис. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь, 1989. 191с.

Сведения об авторах:

Михалев Вячеслав Владимирович, к. г.-м. н., заместитель директора Научно-производственного объединения «Омега», 614094, г. Пермь, ул. Овчинникова, 10, оф. 311; e-mail: mihalev_v@про-omega.ru

Мацкевич Игорь Константинович, к. г. н., доцент кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов географического факультета Пермского государственного университета, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: gidrology@psu.ru

Белобородов Александр Валерьевич, ведущий инженер, Научно-производственного объединения «Омега», 614094, г. Пермь, ул. Овчинникова, 10, оф. 311, e-mail: beloborodov@про-omega.ru