



УДК 556.044

**Капустин Иван Александрович**, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**Мольков Александр Андреевич**, к.ф.-м.н., научный сотрудник отдела радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, старший научный сотрудник кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**Ермаков Станислав Александрович**, д.ф.-м.н., заведующий отделом радиофизических методов в гидрофизике ИПФ РАН, заведующий кафедрой гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ», профессор

**Смирнова Мария Валерьевна**, к.т.н., доцент кафедры гидродинамики, теории корабля и экологической безопасности судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, г. Нижний Новгород. БОКС - 120, ул. Ульянова, 46.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

---

*Работа выполнена при поддержке гранта Русского географического общества «Плавучий университет Волжского бассейна» (проект № 02/2019-Р), а также РФФИ (проект № 18-45-520004)*

---

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ В АКВАТОРИИ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ОТ НИЖНЕГО НОВГОРОДА ДО КОЗЬМОДЕМЬЯНСКА**

*Ключевые слова: структура течений во внутренних водоемах, ADCP-измерения*

*Аннотация. В работе представлена общая характеристика структуры течения в акватории Чебоксарского водохранилища и выявлены ее основные особенности. В течение недели в июле 2019 года была проведена экспресс-съемка скоростей руслового потока на 36 разрезах от г. Козьмодемьянск до г. Бор. С использованием ADCP измерялись скорости течения по глубине, начиная с глубины 1 м с интервалом 0,5 м до дна. Течение характеризуется неоднородностью на всей протяженности участка: локальные изменения характерной скорости течения связаны с вариациями площади поперечного*

*сечения и зонами смешения, глобальные - с влиянием подпора Чебоксарской ГЭС. Средние скорости течения в озерной части водохранилища составляли 17-23 см/с (при среднесуточном расходе воды через Чебоксарскую ГЭС 1900-2200 куб.м/с), против 40-50 см/с на речном участке в районе г. Бор.*

Течения во внутренних водоемах играют определяющую роль в переносе водных масс, примесей, перемешивании, накоплении донных отложений и создании условий для жизнедеятельности различных организмов. Известно также, что течения и вертикальное перемешивание могут существенно влиять на гидрохимический режим водоема [1, 2]. В предыдущих исследованиях отдельных участков Чебоксарского водохранилища (ЧВ) на пути от Нижнего Новгорода до устья р. Сура была выявлена существенная пространственная неоднородность гидрохимических показателей, которую не всегда можно было объяснить влиянием притоков [3]. Настоящая работа посвящена исследованию структуры течений в акватории ЧВ, а также ее изменчивости под действием различных факторов.

Измерения течений проводились с использованием акустического доплеровского профилографа течений (ADCP WorkHorse Monitor 1200 kHz), установленного на моторной лодке «Волжанка». В течение недели в июле 2019 года была проведена экспресс-съемка скоростей руслового потока на 36 разрезах от г. Козьмодемьянск до г. Бор. С использованием ADCP измерялись скорости течения по глубине, начиная с глубины 1 м с интервалом 0,5 м до дна. Для осуществления навигации и последующей привязки данных к карте использовались данные GPS-приемника GlobalSat и картплоттера Garmin Echomap 50dv. Скорость и направление приводного ветра на станциях в рамках отдельных разрезов фиксировались с использованием портативной метеостанции. Для обработки данных ADCP использовались специализированные программы Winriver I (анализ, усреднение и вывод данных), GPS MapEdit 2.1.78.8 (обработка навигационной информации). Проводилось усреднение по 100 полученным на разрезе профилям скорости, соответствующим измерительным пингам ADCP и привязка данных к карте.

Поперечные разрезы акватории производились от устья реки Ветлуга (вход в озерную часть ЧВ) с интервалом 5-10 км, особое внимание уделялось зонам впадения крупных притоков: Ветлуга, Сура, Керженец и Кудьма. В устьях крупных притоков делалось несколько разрезов с целью построения трехмерных векторных полей течений.

Течение характеризуется неоднородностью на всей протяженности участка: локальные изменения характерной скорости течения связаны с вариациями площади поперечного сечения и зонами смешения, глобальные - с влиянием подпора Чебоксарской ГЭС. При приближении к озерной части ЧВ средняя по руслу скорость течения падает до 17-23 см/с (при среднесуточном расходе воды через Чебоксарскую ГЭС 1900-2200 куб.м/с в момент проведения съемки [4]). Вверх по течению, на участке ЧВ от устья реки Сура до п. Бармино средняя скорость течения возрастает до 32 см/с, а при приближении к г. Бор до 40-50 см/с.

В верховьях ЧВ был обнаружен повышенный уровень обратного акустического рассеяния, относительно однородный по руслу и глубине, предположительно связанный с загрязнением вод щебневой пылью в районе г. Бор. В низовьях ЧВ в зонах впадения Суры и Ветлуги области повышенного акустического рассеяния локализуются вблизи правого берега в зонах более высоких скоростей руслового потока. С использованием спутниковой информации было показано, что обнаруженные области повышенного акустического рассеяния в период проведения измерений в 2019 г. не были связаны с интенсивным цветением водорослей.

#### **Список литературы:**

- [1] Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л.: Наука. 1969. 322 с.
- [2] Экологические проблемы верхней Волги. Отв. ред. А.И. Копылов. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 2001. 427 с.
- [3] Смирнова М.В., Чебан Е.Ю., Глухова В.С., Носова А.Д., Сустретов Н.В. Пространственная изменчивость гидрохимических показателей на отдельных участках Горьковского и Чебоксарского водохранилищ в границах Нижегородской области Spatial variability of hydrochemical parameters at selected sites of the Gorky and Cheboksary reservoirs on the territory of Nizhny Novgorod region // Вестник ВГАВТ. - 2018. - № 57. - с. 51-59.
- [4] Русгидро. Официальный сайт. - <http://www.rushydro.ru/hydrology/informer>

**GENERAL CHARACTERISTIC AND FEATURES OF THE CURRENT  
STRUCTURE IN THE CHEBOKSARY RESERVOIR FROM NIZHNY NOVGOROD TO  
KOZMODEMYANSK**

Kapustin I.A., Molkov A.A., Ermakov S.A., Smirnova M.V.

*Key words: currents in inland waters, ADCP measurements*

*In this paper we present a general characteristic of the current structure in the water area of the Cheboksary reservoir and identify its main features. During the week in July 2019, an express survey of channel flow velocities was carried out on 36 sections from Kozmodemyansk to Bor. Using ADCP, flow rates were measured over the entire depth of the stream ranging from a depth of 1 m to the bottom with an interval of 0.5 m. The flow is characterized by heterogeneity over the entire length of the site: local changes in flow characteristics are associated with variations of the cross sectional area of the river and the presence of mixing zones; global flow irregularities are associated with the influence of the support of the Cheboksary hydroelectric power plant (HPP). Average flow rates in the lake part of the reservoir were 17-23 cm/s (with an average daily flow rate through the Cheboksary HPP 1900-2200 cubic meters/s), against 40-50 cm/s in the river part near the town of Bor.*