
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО СОСТОЯНИЮ МАКРОФИТОВ И ФИТОПЛАНКТОНА

В.В. Новиков¹, А.С. Карабская², А.И. Кочеткова²,
Е.А. Иванцова², В.П. Зволинский³

¹Всероссийский НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства
ул. Любича, 16, Камызяк, Астраханская обл., Россия, 416344

²Волгоградский государственный университет
ул. 40 лет Победы, 11, Волжский, Волгоградская обл., Россия, 404127

³Российский государственный технологический
университет имени К.Э. Циолковского
ул. Оршанская, 3, Москва, Россия, 121552

В статье приводятся итоги экспедиционного исследования эвтрофированности и загрязненности тяжелыми металлами экосистемы Волгоградского водохранилища на основании изучения фитопланктона и макрофитов на примере рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.) в июле 2007 г.

Ключевые слова: Волгоградское водохранилище, поллютанты, тяжелые металлы, хлорофилл А, эвтрофикация, рдест.

Актуальность проблемы. Создание каскада водохранилищ в Волго-Камском бассейне, в том числе Волжской ГЭС, привело к изменению гидрологического режима Волги, снижению проточности, изменению химического состава и газового режима вод и в результате к активизации эвтрофикационных процессов.

Волгоградское водохранилище является водоемом многоцелевого назначения. Особенно важно использование его для питьевого водоснабжения таких крупных городов, как Волгоград, Саратов, Волжский, Камышин и др. Поэтому для обеспечения безопасности питьевого водоснабжения необходимо иметь надежные о качестве вод, используемых для водозабора.

Важной проблемой для вод Волгоградского водохранилища является накопление в воде поллютантов, таких как тяжелые металлы и биогенные элементы. Одним из проявлений повышенного содержания биогенных элементов в водных экосистемах является эвтрофикация, ведущая к развитию сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды. Тяжелые металлы (ТМ) в отличие от органических поллютантов не способны разрушаться до безопасных форм [13] и могут накапливаться растительностью. Поэтому их содержание в золе растений — важная характеристика состояния загрязнения экосистемы.

Для изучения эвтрофикации мы определяли содержание хлорофилла *a* в пробе воды [10]. По данному показателю водоемы подразделяются на следующие трофические типы: олиготрофные (0,1—1,0 мкг/л), мезотрофные (1,0—10 мкг/л) и эвтрофные (более 10 мкг/л).

Количественные характеристики разных пигментов могут в определенной мере отражать соотношение таксономических групп в фитопланктонном сообществе. Хлорофилл *a* содержится во всех растительных клетках, все растения и оксифотобактерии содержат его в качестве основного пигмента. Из нескольких десятков различных пигментов фотосинтетического аппарата хлорофилл *a* играет важней-

шую роль в фотосинтезе, присутствуя у всех зеленых растений, в том числе в фитопланктоне. Содержание хлорофилла *a* и его изменения служат критерием продукции фитопланктона и индикатором загрязнения водоема [2]. Соотношение между концентрацией хлорофилла *a*, другими пигментами и продуктами его превращений характеризуют состояние фитопланктона. Хлорофилл *b* активно используется только у зеленых и сине-зеленых водорослей, а хлорофилл *c* — у диатомей, перидиней и хризомонад [10].

В составе летнего фитопланктона Волгоградского водохранилища обнаруживается 101 вид водорослей, относящихся к восьми отделам [10], из них синезеленых — 16, диатомовых — 32, зеленых — 38 (в том числе вольвоксовых — 9, десмидиевых — 2), эвгленовых — 5, динофитовых и криптофитовых по 3, золотистых и желтозеленых по 2 вида. Среди зеленых преобладают виды класса *Volvocineae*, составляя 52% и 66% от общей численности. Из диатомовых наиболее широко распространены (со 100%-ной встречаемостью) *Aulacosiragranulata* и *Naviculasp.* (Калинина, 2006). Самым массовым из синезеленых является *Microcystis aeruginosa* — 54% по численности.

Тяжелые металлы в воде находятся как в растворенном, так и во взвешенном состоянии на неорганических и органических частицах, а также на поверхности тел организмов бактерио-, фито- и зоопланктона. Фильтраторы, поглощая взвеси непосредственно из воды и питаясь фито- и бактериопланктоном, накапливают тяжелые металлы и передают их в последующие звенья трофических цепей — рыбам. Отмирая, планктон оседает на дно и загрязняет донные отложения, что способствует переносу тяжелых металлов уже через донные трофические цепи к рыбам-бентофагам. Таким образом, происходит загрязнение тяжелыми металлами двух основных подсистем водной экосистемы — пастбищной и детритной сети.

По данным Т.В. Мироновой с соавторами [9], даже относительно низкие концентрации загрязняющих веществ при длительном хроническом воздействии негативно влияют на биоценозы планктона.

Прибрежно-водные растения извлекают тяжелые металлы из воды, ила и грунта, в связи с этим значимой их является доля погруженной в воду части растения. Низшие растения, которые не имеют корней и проводящей сосудистой системы, поглощают ионы металлов всем телом и поэтому являются более уязвимыми для токсикантов [8]. Аналогичный механизм имеет место и для полностью погруженных высших растений. Это делает возможным использование их для определения антропогенных химических нагрузок на водоем. Водные и околотоводные растения в этом случае могут играть значительную биоинформационную роль [3]. Оценки качества воды по различным гидрохимическим показателям могут не совпадать друг с другом, поэтому ни один показатель не является универсальным. В связи с этим необходимо давать оценку по состоянию живых организмов, в частности водных растений.

Материал и методика исследований. Нами были отобраны пробы фитопланктона и высшей водной растительности в 73 точках Волгоградского водохранилища (рис. 1) в ходе совместной экспедиции ФГУ «Управление эксплуатации Волгоградского водохранилища» и кафедры экологии и природопользования Волжского гуманитарного института в июле 2007 г. Положение точек фиксировали с помощью GPS-приемника. Отбор и анализ проб осуществляли по ГОСТ 17.1.4.02-90 [2].

Отобранный из поверхностного слоя воды фитопланктон сразу же отфильтровывали через бумажные фильтры и подвергали высушиванию. Высшую водную растительность (ВВР) отбирали вручную и высушивали на крафт-бумаге. Далее пробы фитопланктона и ВВР обрабатывали в экологической учебной лаборатории Волжского гуманитарного института. Хлорофилл извлекали ацетоном, оптическую плотность вытяжки определяли на фотоэлектроколориметре КФК-3 по ГОСТ 17.1.4.02-90 [2]. Концентрацию (С мкг/л) хлорофиллов *a*, *b* и *c* вычисляли согласно [10]. Ориентировочный расчет биомассы фитопланктона по концентрации хлорофилла *a* проводили согласно [10]. ВВР высушивали, измельчали и озоляли в муфельной печи, содержание тяжелых металлов в золе определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА-5 [1].

По полученным данным построены электронные карты-схемы в программе ArcViewGIS 3.2. В качестве топографической основы использована электронная карта, созданная путем оцифровки космических снимков.

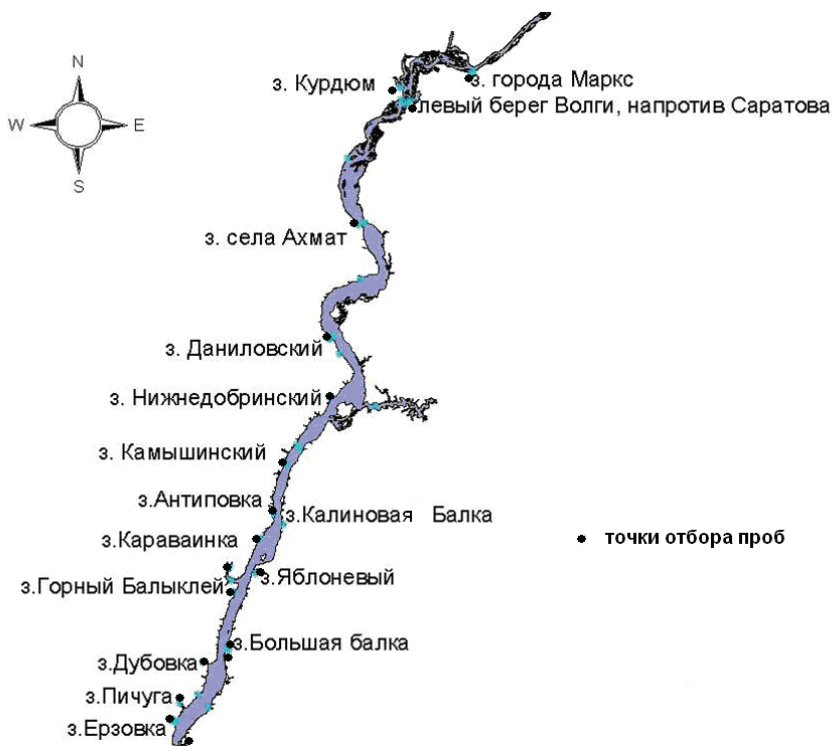


Рис. 1. Карта-схема Волгоградского водохранилища с точками отбора проб

Результаты и их обсуждение. Нами сделан анализ полученных результатов по заливам и створам Волгоградского водохранилища.

Установлено, что содержание хлорофилла *a* в пробах варьировало от 0,95 мкг/л в верховье залива Пичуга до 8,87 мкг/л в середине приплотинного участка (рис. 2). На приплотинном участке максимальные значения содержания хлорофилла *a* зарегистрированы в середине створа, у правого берега значение отличается более чем в 2 раза в меньшую сторону, чем у левого, а в заливе Осадном концентрация минимальна для створа. Это может быть связано со сгонно-нагонными ветровыми явлениями, а также застоём воды у плотины. Действительно, вода, содержащая

планктон, постоянно поступает к плотине, но выходят через турбины ГЭС только ее нижние слои, что и приводит к накоплению здесь планктона, содержащегося в основном в верхних хорошо освещаемых слоях.



Рис. 2. Содержание хлорофилла *a* на приплотинном участке Волгоградского водохранилища (2007 г.)

В заливе Ерзовка (рис. 3) отмечаются достаточно высокие значения концентраций хлорофилла *a* (4,50 и 4,83) на выходе у его правого берега, однако как и на приплотинном участке они не превышают 10 мкг/л, что свидетельствует о мезотрофном статусе.

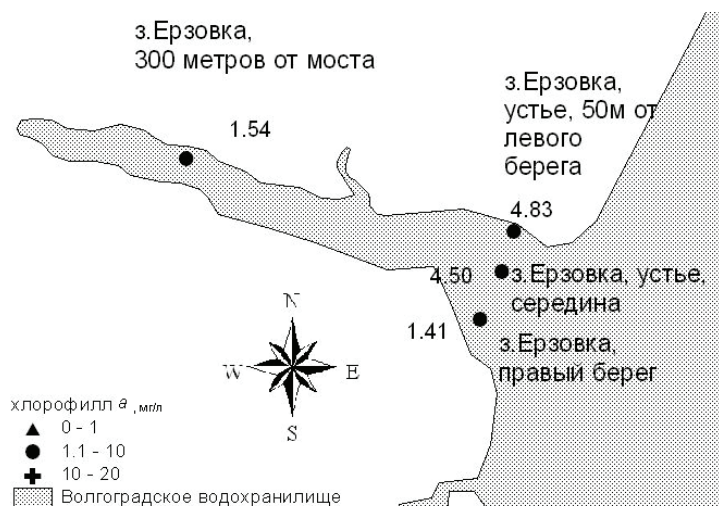


Рис. 3. Содержание хлорофилла *a* в заливе Ерзовка (2007 г.)

Верховье залива Пичуга (рис. 4) отличается олиготрофностью (содержание хлорофилла *a* составляет 0,95 мкг/л), к выходу из залива значения хлорофилла *a* монотонно возрастают.



Рис. 4. Содержание хлорофилла *a* в заливе Пичуга (2007 г.)

Залив Горный Балыклей (рис. 5) — один из самых больших в Волгоградском водохранилище — также характеризуется олиготрофными значениями по содержанию хлорофилла *a*. Однако у правого берега залива, на выходе из залива Растрьгинский, зафиксировано резкое повышение его значения (7,61 мкг/л).

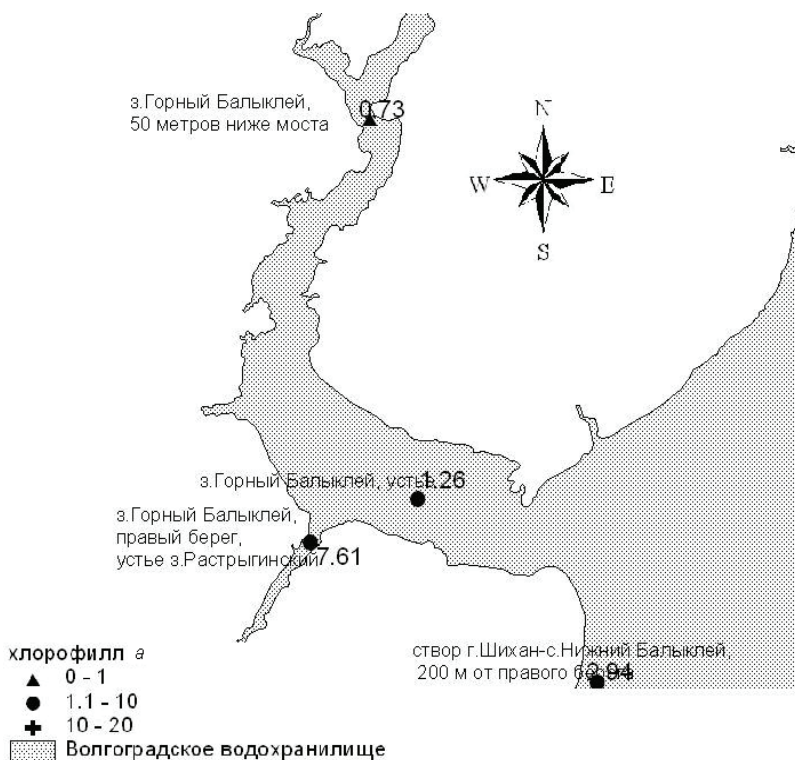


Рис. 5. Содержание хлорофилла *a* в заливе Горный Балыклей, 2007 г.

Таким образом, в большинстве изученных заливов эвтрофированность возрастает от вершины к устью. Однако в заливе Курдюм (рис. 6), напротив, эвтрофированность в середине залива в 1,5 раза была выше, чем на выходе.

Нами также были проанализированы створы Волгоградского водохранилища, в каждом из которых анализировали точки как в середине створа, так и у левого и правого берега. Створ Шихан — Нижний Балыклей (рис. 7) отличается низкими значениями хлорофилла *a* в середине с увеличением к обоим берегам, причем наибольшее его значение в створе зафиксировано у левого берега (4,15 мкг/л).

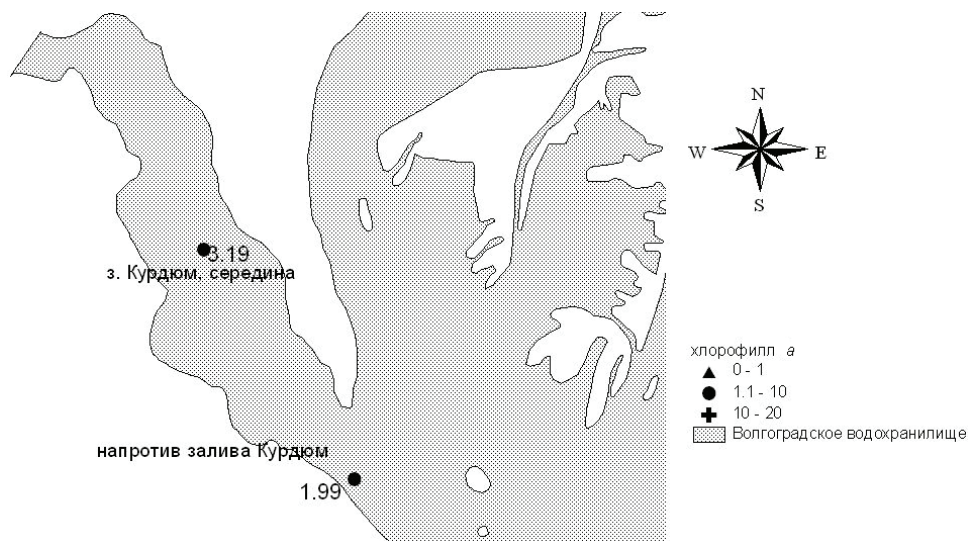


Рис. 6. Содержание хлорофилла *a* в заливе Курдюм, 2007 г.

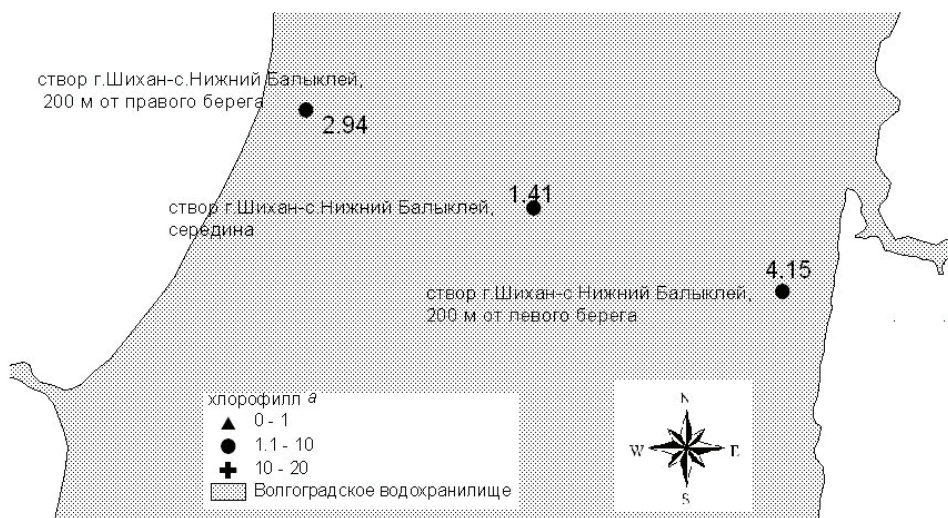


Рис. 7. Содержание хлорофилла *a* в створе Шихан — Нижний Балыклей, 2007 г.

Аналогичные тенденции прослеживаются и для створов Даниловка — Красный Яр (рис. 9).

Створ Камышин — Николаевск (рис. 8) является практически олиготрофным участком, однако, как и в вышерассмотренных створах (за исключением приплотинного), здесь отмечается возрастание концентрации хлорофилла к левому берегу.

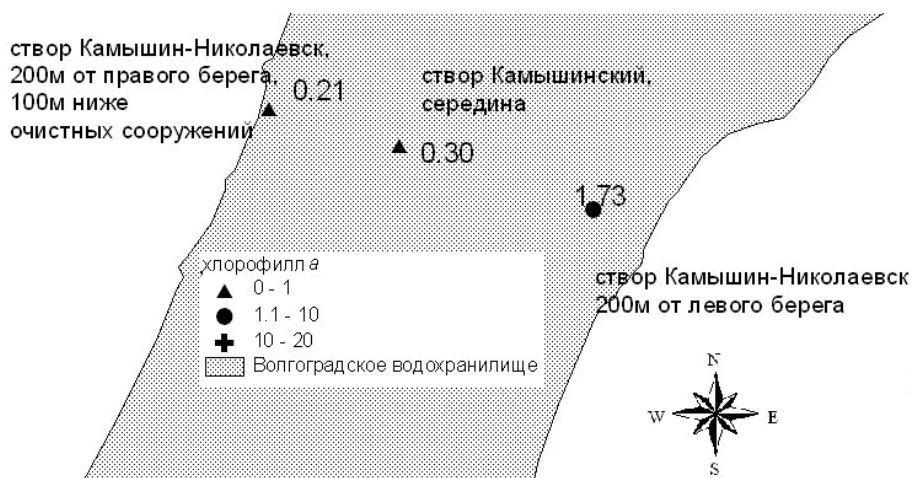


Рис. 8. Содержание хлорофилла *a* в створе Камышин–Николаевск (2007 г.).

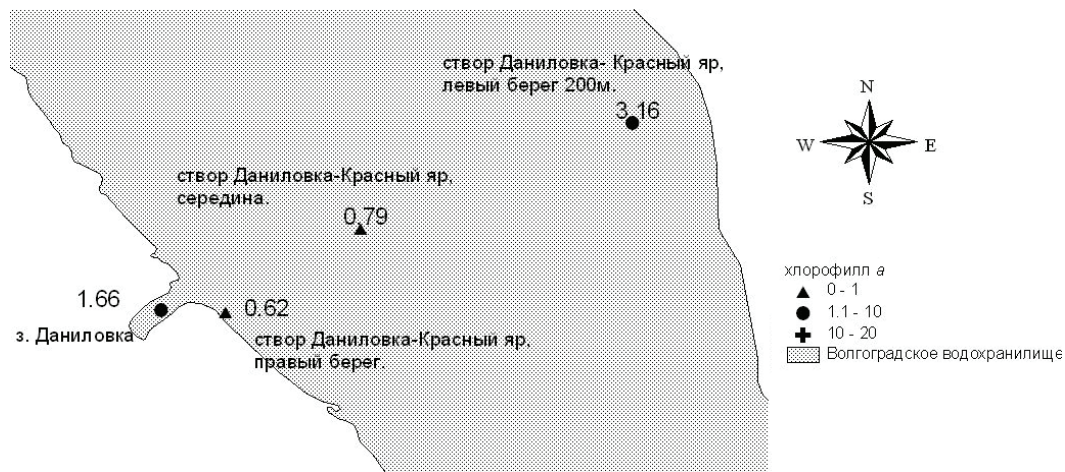


Рис. 9. Содержание хлорофилла *a* в створе Даниловка — Красный Яр (2007 г.).

В створе у с. Ахмат (рис. 10) тенденция обратная. Для сравнения взята точка в самом заливе. Статус залива — мезотрофный, створ (левый берег и середина) — олиготрофен, но близость населенного пункта справа, по-видимому, приводит к повышению концентрации хлорофилла *a*.

В створе Красный Текстильщик (рис. 11) у левого берега имеется большое количество островов, что, безусловно, влияет на количество поступающей органики, при этом воды у правого берега олиготрофны.

Нами сделана попытка выявить закономерность изменения содержания хлорофилла снизу вверх вдоль обоих берегов Волгоградского водохранилища. Вдоль левого берега четко прослеживается тенденция снижения содержания хлорофилла (рис. 13), а вдоль правого такой тенденции нет (рис. 12).

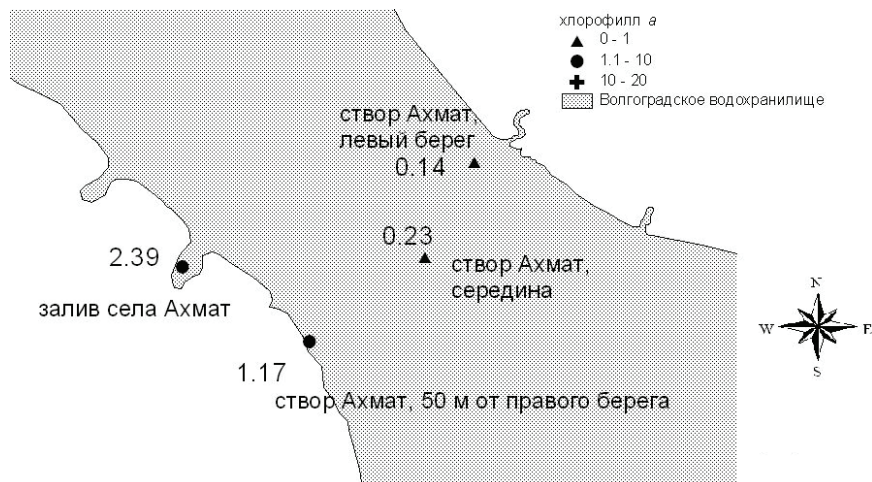


Рис. 10. Содержание хлорофилла *a* в створе у села Ахмат (2007 г.).



Рис. 11. Содержание хлорофилла *a* в створе у села Красный Текстильщик (2007 г.).



Рис. 12. Содержание хлорофилла *a* в точках и заливах правого берега Волгоградского водохранилища (2007 г.)

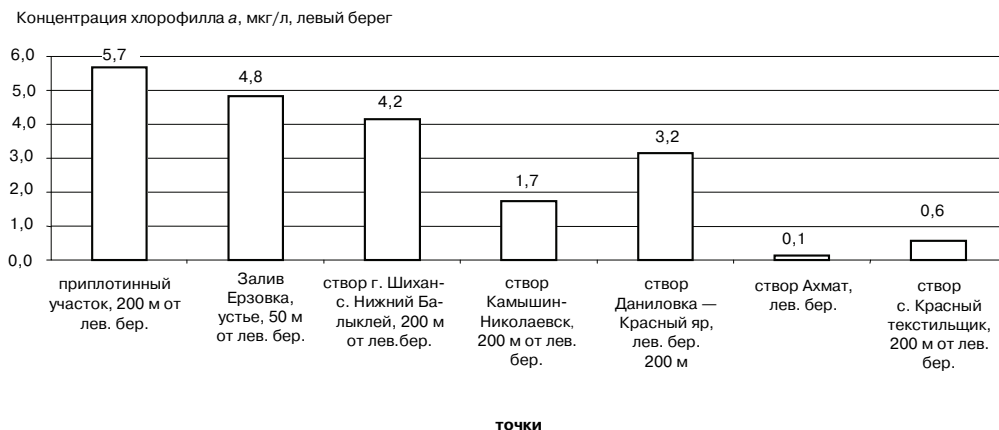


Рис. 13. Содержание хлорофилла а в точках и заливах левого берега Волгоградского водохранилища (2007 г.)

В.А. Шашуловский и С.С. Мосияш сформировали гипотезу, направленную на выявление основных механизмов поддержания устойчивости экосистемы Волгоградского водохранилища. В качестве жесткого стабилизирующего звена в поддержании устойчивости экосистемы выступает высшая водная растительность. Это обусловлено прежде всего активным зарастанием мелководий, способным, с одной стороны, поддерживать процессы самоочищения экосистемы и выводу из оборота биогенных элементов, а с другой — при косвенном влиянии происходит увеличение доли малоценных в коммерческом отношении видов рыб, тяготеющих к озерным биоценозам [14]. Благодаря работе жесткого стабилизирующего звена развитие экосистемы Волгоградского водохранилища происходит по макрофитному типу, образуя около 30% первичной продукции растительных сообществ [15].

Так, площадь зарастания Волгоградского водохранилища в 2003 г. составила 24 тыс. га или 7,5% от всей акватории [16]. Заросли рдеста пронзеннолистного в этом году занимали 40% от площади зарастания водоема, что составляет 9600 га, они аккумулируют на поверхности побегов 14,1 тыс. т взвешенных веществ, что составляет приблизительно 0,6% среднего годового стока наносов с бассейна водосбора водохранилища [6].

В работе проанализировано накопление тяжелых металлов (ТМ) рдестом пронзеннолистным (*Potamogeton perfoliatus* L.) в разных точках Волгоградского водохранилища (рис. 14, 15). Этот вид способен к активному поглощению ТМ.

Места наибольшего накопления железа приурочены к участкам стоянки судов — это залив Осадный, залив Камышинский, залив у города Маркс, причем последний также выделяется накоплением свинца и меди. В заливе Осадном накапливается цинк. Накоплением меди, железа, никеля, кобальта, цинка выделяется балка Водяная, несмотря на отсутствие на ее берегах населенных пунктов, в то время как залив у крупного г. Камышина накоплением ТМ не отличается. Относительно низкие содержания большинства металлов выявлены в заливах Верхний Ураков, Курдюм, Ерзовка (кроме Fe), Антиповка.

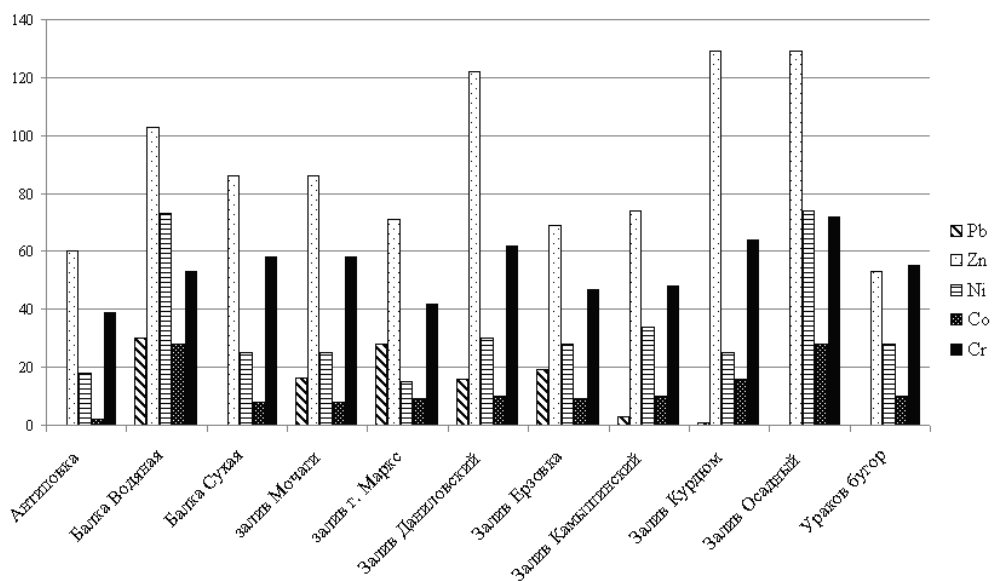


Рис. 14. Накопление Pb, Zn, Ni, Co и Cr рдестом пронзеннолистным в разных точках Волгоградского вдхр. (2007 г.)

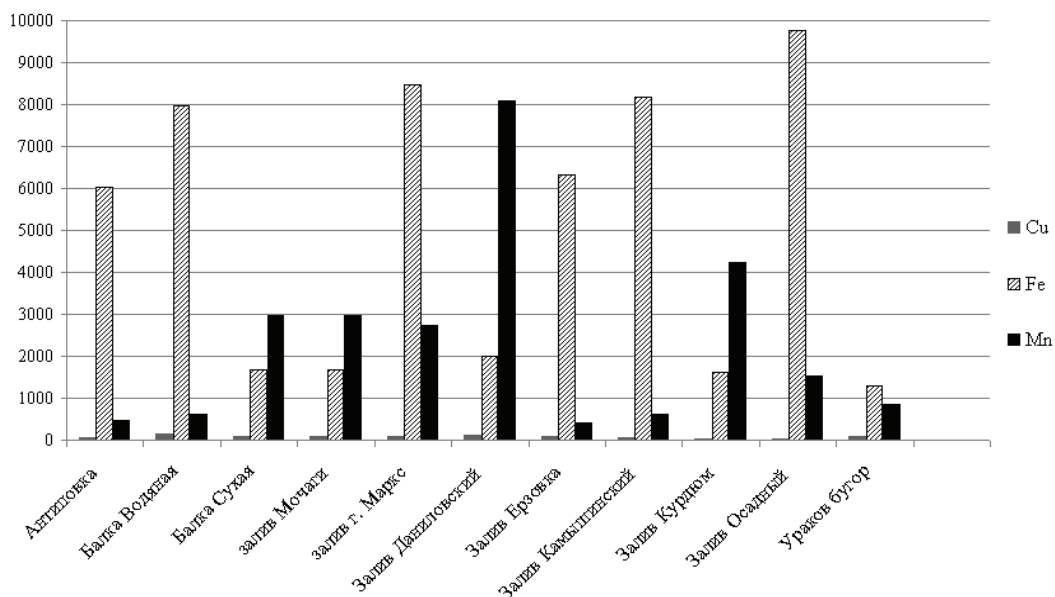


Рис. 15. Накопление Cu, Fe и Mn рдестом пронзеннолистным в разных точках Волгоградского водохранилища (2007 г.)

Примечание. График для Cu построен по дополнительной оси

Наиболее эффективно использовать рдест пронзеннолистный в качестве индикатора загрязнения акватории свинцом. Высокий коэффициент вариации ($V = 126,4$) металла в рдесте пронзеннолистном наряду со слабыми его корреляционными связями с другими элементами указывает на отсутствие биологического регулирования данного ТМ макрофитом [5; 7]. Наибольшие концентрации

по свинцу в рдесте были обнаружены в заливе г. Маркс (23 мг/кг), заливе Даниловском (16 мг/кг), Балке Водяной (30 мг/кг), зал. Мочаги (16,5 мг/кг), зал. Ерзовка (19,1 мг/кг).

Четкой закономерности изменения накопления ТМ с севера на юг водохранилища нами не выявлено, что позволяет связывать причины различий с локальными источниками загрязнений. Таким образом, использование рдеста пронзеннолистного в качестве биоиндикатора позволяет выявлять точки локального загрязнения водоема.

По содержанию хлорофилла *a* в большинстве исследованных точек водохранилища можно отнести к мезотрофному типу.

С юга на север у левого берега водохранилища прослеживается уменьшение биомассы, у правого — на створах отмечено ее возрастание, что может быть связано со сгонно-нагонными явлениями и воздействием антропогенных факторов.

Вблизи берегов замечено увеличение значений концентрации хлорофилла *a*, что может быть связано с застаиванием воды и большим поступлением органики.

Вблизи населенных пунктов значения концентрации хлорофилла *a* выше, что может быть связано с поступлением биогенных элементов в водоем.

В заливах концентрации хлорофилла *a* и биомассы фитопланктона выше, чем на открытых участках (створах), что объясняется худшей проточностью.

В заливах эти показатели выше у южного берега, в створах водохранилища — у левого, данная закономерность нарушается в случаях близкого расположения населенных пунктов.

Загрязнение экосистемы Волгоградского водохранилища тяжелыми металлами носит локальный характер. Рдест пронзеннолистный может быть использован в качестве биоиндикатора загрязнения водоема тяжелыми металлами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э.* Инверсионная вольтамперометрия / Пер. с чешск. В.Р. Немова / Под ред. Б.Я. Каплана. — М.: Мир, 1980. — 280 с.
- [2] ГОСТ 17.1.4.02-90. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла А. Межгосударственный стандарт. — М.: Издательство стандартов, 1999. — 12 с.
- [3] *Егошина Т.Л., Шихова Л.Н., Лисицын Е.М., Жиряко А.С.* Накопление тяжелых металлов в водных экосистемах разной степени загрязненности // Проблемы региональной экологии — 2007. — № 2. — С. 20—21.
- [4] *Калинина С.Г.* Биологическое обоснование на вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С 111 в водохранилища Волгоградской области. — Волгоград: ГосНИИОРХ, 2006. — 116 с.
- [5] *Кочеткова А.И.* О некоторых закономерностях накопления тяжелых металлов высшей водной растительностью на Волгоградском водохранилище // Вестник ВолГУ. Серия 3. «Экономика. Экология». — 2012. — № 1 (20). — С. 305—309.
- [6] *Кочеткова А.И.* Особенности накопления взвешенных веществ водными растениями *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L. Волгоградского водохранилища // Вода: химия и экология. — 2012. — № 8 (август). — С. 64—68.

- [7] Лычагина Н.Ю., Касимов Н.С., Лычагин М.Ю., Шахпендерян Е.А. Биогеохимия макрофитов в аквальных ландшафтах // ГИС Астраханского заповедника. Геохимия ландшафтов дельты Волги. — М.: Географический ф-т МГУ, 1999. — Вып. 3. — С. 141—164.
- [8] Микрякова Т.Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях различного уровня загрязнения водной среды // Водные ресурсы. — 2002. — Т. 29. — № 2. — С. 253—255.
- [9] Миронова Т.В., Хоружая Т.А., Никаноров А.М. Поиск зависимостей пресноводных планктонных биоценозов от загрязнения токсичными химическими веществами // Экологические проблемы загрязнения водоемов Волжского бассейна, современные методы и пути их решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / ГНУ Всероссийский НИИ орошаемого земледелия. — Волгоград, 2004. — С. 117—119.
- [10] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1983.
- [11] Седова О.В. Пространственно-временная динамика флоры и растительности Волгоградского водохранилища в административных границах Саратовской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Саратов, 2007.
- [12] Сергиенко Л.И., Семенов П.Ю., Шепелева Е.С. Проблема эвтрофикации вод Волгоградского водохранилища и пути ее решения (по материалам экспедиции Волжского плавучего университета): Материалы Всероссийской научно-практической конференции 15—16 апреля 2004, г. Волгоград. — С. 114—115.
- [13] Черных Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. Учеб. пособие — М.: Агроконсалт, 2002.
- [14] Шашуловский В.А., Мосияш С.С. О механизмах поддержания устойчивости экосистемы крупного равного водохранилища. X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов (г. Владивосток, 28 сентября — 2 октября 2009 г.) / Отв. ред. А.Ф. Алимов, А.В. Адрианов. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — С. 441—442.
- [15] Шашуловская Е.А. О накоплении тяжелых металлов в высшей водной растительности Волгоградского водохранилища // Поволжский экологический журнал. — 2009. — № 4. — С. 357—360.
- [16] Шашуловский В.А. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы / В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш. — М.: Товар-во научных изданий КМК, 2010.

LITERATURA

- [1] Vydra F., Shtulik K., Julakova Je. Inverzionnaja vol'tamperometrija. Per. s cheshsk. V.R. Nemova / Pod red. B.Ja. Kaplana. — М.: Mir, 1980. — 280 s.
- [2] GOST 17.1.4.02-90. Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredelenija hlorofilla A. Mezhsosudarstvennyj standart. — М.: Izdatel'stvo standartov, 1999. — 12 s.
- [3] Egoshina T.L., Shihova L.N., Lisicyн E.M., Zhirjako A.S. Nakoplenie tjazhelyh metallov v vodnyh jekosistemah raznoj stepeni zagrjaznennosti // Problemy regional'noj jekologii. — 2007. — № 2. — S. 20—21.
- [4] Kalinina S.G. Biologicheskoe obosnovanie na vselenie shtamma Chlorellavulgaris IFR № S 111 v vodohranilishha Volgogradskoj oblasti. — Volgograd, GosNIIORH, 2006. — 116 s.
- [5] Kochetkova A.I. O nekotoryh zakonomernostjah nakoplenija tjazholyh metallov vysshej vodnoj rastitel'nost'ju na Volgogradskom vodohranilishhe // Vestnik VolGU. Serija 3. «Jekonomika. Jekologija». — 2012. — № 1 (20). — S. 305—309.
- [6] Kochetkova A.I. Osobennosti nakoplenija vzveshennyh veshhestv vodnymi rastenijami *Potamogeton perfoliatus* L., *Ceratophyllum demersum* L. Volgogradskogo vodohranilishha // Voda: himija i jekologija. — 2012. — № 8 (avgust). — S. 64—68.
- [7] Lychagina N.Ju., Kasimov N.S., Lychagin M.Ju., Shahpenderjan E.A. Biogeohimija makrofitov v akval'nyh landshaftah // GIS Astrahanskogo zapovednika. Geohimija landshaftov del'ty Volgi. — М.: Географический ф-т МГУ, 1999. — Вып. 3. — С. 141—164.

- [8] *Mikrjakova T.F.* Nakoplenie tjazhjoljykh metallov makrofitami v uslovijah razlichnogo urovnja zagrjaznenija vodnoj sredy // *Vodnye resursy*. — 2002. — Т. 29. — № 2. — С. 253—255.
- [9] *Mironova T.V., Horuzhaja T.A., Nikanorov A.M.* Poisk zavisimostej presnovodnykh planktonnykh biocenozov ot zagrjaznenija toksichnymi himicheskimi veshhestvami // *Jekologicheskie problemy zagrjaznenija vodojmov Volzhskogo bassejna, sovremennye metody i puti ih reshenija: Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii / GNU Vserossijskij NII oroshaemogo zemledelija*. — Volgograd, 2004. — С. 117—119.
- [10] *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnykh vod i donnykh otlozhenij*. — Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983.
- [11] *Sedova O.V.* Prostranstvenno-vremennaja dinamika flory i rastitel'nosti Volgogradskogo vodohranilishha v administrativnykh granicah Saratovskoj oblasti: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. — Saratov, 2007.
- [12] *Sergienko L.I., Semenenko P.Ju., Shepeleva E.S.* Problema jevtrofikacii vod Volgogradskogo vodohranilishha i puti ee reshenija (po materialam jekspedicii Volzhskogo plavuchego universiteta): *Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 15—16 aprelja 2004, g. Volgograd*. — С. 114—115.
- [13] *Chernyh N.A., Ovcharenko M.M.* Tjazhjolnye metally i radionuklidy v biogeocenoazah. Ucheb. posobie. — M.: Agrokonsalt, 2002.
- [14] *Shashulovskij V.A., Mosijash S.S.* O mehanizmah podderzhaniya ustojchivosti jekosistemy krupnogo ravnogo vodohranilishha. X S#ezd Gidrobiologicheskogo obshhestva pri RAN. Tezisy dokladov (g. Vladivostok, 28 sentjabrja — 2 oktjabrja 2009 g.) / *Otv. red. A.F. Alimov, A.V. Adrianov*. — Vladivostok: Dal'nauka. 2009. — С. 441—442.
- [15] *Shashulovskaja E.A.* O nakoplenii tjazhelykh metallov v vysshej vodnoj rastitel'nosti Volgogradskogo vodohranilishha // *Povolzhskij jekologicheskij zhurnal*. — 2009. — № 4. — С. 357—360.
- [16] *Shashulovskij V.A.* Formirovanie biologicheskikh resursov Volgogradskogo vodohranilishha v hode sukcesii ego jekosistemy / *V.A. Shashulovskij, S.S. Mosijash*. — M.: Tovar-vo nauchnykh izdanij KMK, 2010.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF VOLGOGRAD RESERVOIR OF CHARACTERISTIC OF HIGHER AQUATIC VEGETATION AND PHYTOPLANKTON

V.V. Novikov¹, A.S. Karabskaya², A.I. Kochetkova²,
E.A. Ivantsova², V.P. Zvolinski³

¹Vserossiysky SRI irrigated Vegetables and Melons
Lubitsch str., 16, Kamyzyak, Astrakhan region, Russia, 416344

²Volgograd State University
40 Years of Victory str., 11, Volga, Volgograd region, Russia, 404127

³MATI, Russian State Technological University
Orshanskaya str., 3, Moscow, Russia, 121552

There are given the results of expedition research of eutrophication and pollution of ecosystem of Volgograd reservoir with heavy metals according to the study of phytoplankton and *Potamogeton perfoliatus* as an example higher aquatic vegetation in 2007, July in the article.

Key words: Volgograd reservoir, pollutants, heavy metals, chlorophyll A, eutrophication, Potamogeton.