

УДК 574.5

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ БЕЛОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МЕТОДОМ КОРРЕКЦИИ АЛЬГОЦЕНОЗА

© 2014 Е.Е. Биломар, В.В. Кульнев

ООО НПО «Альгобиотехнология» (Воронеж)

Проступила 11.12.2013

Четырехлетняя биологическая реабилитация путем коррекции альгоценоза Белоярского водохранилища привела к ряду положительных фактов: устойчивому снижению биомассы синезеленых водорослей, увеличению видового разнообразия фитопланктона и зоопланктона, отсутствию запаха, явлений «цветения» и, следовательно, восстановлению рекреационного потенциала водоема.

Ключевые слова: альголизация, аквакультура, синезеленые водоросли, микроводоросли, суспензия хлореллы, фитопланктон, зоопланктон, «цветение» воды, водохранилище.

Bilomar E, Kulnev V Biological rehabilitation of beloyar reservoirs by the method of algocenosis correction – Four-biological rehabilitation by correcting algocenosis Beloyarski water storage led to a number of positive facts: steady decline in biomass-Synesium lenyh algae, increase species diversity of phytoplankton and zooplankton, the absence of odor events "bloom" and therefore restore the recreational potential of the reservoir.

Key words: algolizatsiya, aquaculture, blue-green algae, microalgae Chlorella suspension, phytoplankton, zooplankton, "bloom" water reservoir.

ВВЕДЕНИЕ

Создание водохранилищ на равнинных реках существенно изменило комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик экосистем. Уменьшение проточности и водообмена, увеличение прозрачности, прогрева толщи воды, образование обширных мелководий, накопление биогенных веществ и органических соединений при затоплении обусловили развитие процессов эвтрофикации, что в свою очередь способствовало обильному развитию фитопланктона, в том числе развитию цианобактерий и отдельных их представителей, вызывающих «цветение» воды (Водоросли..., 1989; Хендерсон-Селлерс, 1990; Баринаова, Медведева, 1996; Гольд, 2004; Белякова и др., 2006; Чупров и др., 2009; Румянцев и др., internet). Одним из методов предотвращения массового размножения синезеленых водорослей (цианобактерий) является биологическая реабилитация путем коррекции альгоценоза (Богданов, 2008).

С момента запуска БАЭС и вплоть до 2009 года (Ярушина и др., 2003) и по устному заявлению начальника отдела экологии администрации г. Заречный Н.Б.

Биломар Елена Евгеньевна, кандидат биологических наук, микробиолог, beloeMarewo@mail.ru; Кульнев Вадим Вячеславович, кандидат географических наук, директор по науке, abt-vrn@yandex.ru

Арефьевой, в водоеме-охладителе Белоярской АЭС массовое развитие синезеленых водорослей наблюдалось с начала июня и до конца сентября. Так как данный водоем является объектом многоцелевого использования, то проведение работ с целью биологической реабилитации являлось необходимым и актуальным действием.

Был разработан и осуществлен проект биологической реабилитации Белоярского водохранилища методом коррекции альгоценоза. Суть её заключается в структурной перестройке фитопланктонного сообщества за счет искусственного увеличения численности и биомассы зеленых водорослей. В качестве альголизанта используется планктонный штамм хлореллы *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Альголизация проводилась в течение четырех лет (2010-2013 гг.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе проводимых исследований 2010-2013 гг. ежемесячно с апреля по октябрь отбирались пробы воды из Белоярского водохранилища для гидрохимического анализа, для качественной и количественной оценки зоо- и фитопланктона. Отбор проб воды производился в соответствии с рядом нормативных документов (Унифицированные методы..., 1977; Руководство..., 1983; Водоросли..., 1989; ГОСТ 17.1.3.07-02; ГОСТ Р 51592-2000; ИСО 5667/1; ИСО 5667/2; 5667/3; Садчиков, 2003). Анализ экологической обстановки проводился по трем ключевым точкам, которые являются показательными. Всего на Белоярском водохранилище было обследовано шесть точек мониторинга (рис. 1).



№ точки забора	Координаты
№1 200 м от берега напротив строящейся АЭС, левобережье, Голубой залив	N' 56° 51' 191'' E' 61° 17' 944''
№2 100 м от берега ниже действующей БАЭС, левобережье, Теплый залив	N' 56° 49' 736'' E' 61° 18' 631''
№3 100 м от берега городского пляжа г.Заречный, у плотины, левобережье	N' 56° 48' 408'' E' 61° 18' 491''
№4 150 м между берегами залива Черемшана, правобережье	N' 56° 50' 820'' E' 61° 13' 138''
№5 30 м от берега от пирса рыбоохраны базы отдыха Белоярского водохранилища, правобережье, у ЛЭП	N' 56° 55' 160'' E' 61° 13' 201''
№6 Верховья Белоярского водохранилища, правобережье	N' 56° 56' 287'' E' 61° 08' 831''

Рис. 1. Карта-схема точек альголизации и мониторинга Белоярского водохранилища с таблицей условных обозначений

Поскольку «Теплый залив» – выпуск отработанной воды из системы охлаж-

дения реакторов БАЭС, Точка «у ЛЭП» находится в верховьях водохранилища, в 1,5 км от места впадения реки Пышма. По данным Министерства природных ресурсов и экологии, эта река является самой грязной в Свердловской области. Точка «Пляж» расположена в приплотинной части водоема. Аналитическая обработка гидрохимических данных проводилась с использованием индекса загрязнения воды (ИЗВ) (формула 1).

$$\text{ИЗВ} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i/\text{ПДК}_i}{N} \quad (1)$$

где C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение параметра);

N – число показателей, используемых для расчета индекса;

ПДК_i – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

ИЗВ рассчитывали по группе гидрохимических показателей: рН, PO_4^{3-} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Mn , Cu , Zn , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , ХПК, нефтепродукты и БПК₅. В зависимости от величины ИЗВ воды подразделяют на классы (табл. 1).

Таблица 1

Классы качества вод в зависимости от значения ИЗВ

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

За период с 2010 по 2013 гг. отобрано и проанализировано 108 гидрохимических проб, 67 проб зоопланктона, 50 проб фитопланктона объемом 1-2 л. За всю историю существования Белоярского водохранилища данные исследования являются самыми масштабными.

Подсчет числа клеток осуществлялся в камере Горяева. Расчет численности микроскопических водорослей в 1 л воды производился по формуле:

$$N = n \times k \times \frac{A}{a} \times v \times \frac{1000}{V}, \quad (2)$$

где N – количество микроводорослей в 1 л воды исследуемого образца, k – коэффициент, показывающий во сколько раз объем счетной камеры меньше 1 см³, n – количество организмов, обнаруженных на просмотренных клетках камеры Горяева, A – количество клеток в камере, a – количество просмотренных клеток камеры, v – первоначальный объем отобранной пробы (см³), V – объем взвеси-концентрата пробы (см³) (Водоросли, 1989; Садчиков, 2003).

Значения обилия переводились в балльную шкалу следующим образом: для

таксонов, составляющих в общем составе микроскопических водорослей 0-1,00%, – 1 балл, 1,01-3,00% – 2 балла, 3,01-10,00% – 3 балла, 10,01-20,00% – 5 баллов, 20,01-40,00% – 7 баллов и 40,01-100% – 9 баллов (Унифицированные методы..., 1977).

Гидрохимические исследования выполнялись, д.г.м.н., И.И. Косиновой, к.г.н., А.А. Валяльщиковым, В.Н. Романок (2010-2011 гг.), д.т.н., А.Н. Поповым, к.б.н Т.Е. Павлюком, В.Ф. Мухутдиновым (2012 г.), сотрудниками лаборатории мониторинга поверхностных вод ФГБУ «Уральское УГМС», под руководством Л.В. Лукмановой Видовая принадлежность фитопланктона определена д.г.н. Г.А. Анциферовой (2010-2011 гг.), к.б.н. Т.В. Еремкиной (2012 г.), к.б.н., Н.Г. Тарасовой (2013 г.), зоопланктона – к.б.н. Е.Н. Животовой (2010-2011 гг.), н.с., В.А. Алексюк (2012 г.) и к.б.н., О.В Мухортовой. (2013 г.), которым авторы выражают искреннюю благодарность за сотрудничество.

Для оценки качества вод по показателям фитопланктона и зоопланктона использовался сапробиологический анализ Пантле и Букка в модификации Сладечека (Pantle, Buck, 1955):

$$S = \frac{\sum(sh)}{\sum h}, \quad (3)$$

где h – относительная частота встречаемости гидробионтов; s – их индикаторная значимость.

Определение относительной частоты встречаемости вида производили по шестиступенчатой шкале, которую использовали для оценки обилия фито- и зоопланктона. Индикаторную значимость и зону сапробности определяли для каждого вида перифитона по спискам сапробных организмов (Pantle, Buck..., 1955; Иванова, 1976; Унифицированные методики..., 1977; Sládeček, 1983, 1986; Водоросли..., 1989; Fauna Aquatica..., 1995; Fauna Europae..., internet).

Для статистической достоверности результатов обращали внимание на то, чтобы в пробе содержалось не менее 12 индикаторных видов с общей суммой встречаемости h равной 30 (Руководство..., 1983).

Индекс сапробности указывали с точностью до одной сотой. Для ксеносапробной зоны он находился в пределах 0-1,00, олигосапробной – 1,01-1,50 (чистые воды), β -мезосапробной зоне – 1,51-2,50 (воды умеренного загрязнения), α -мезосапробной – 2,51-3,50 (загрязненные), полисапробной зоне – 3,51-4,50 (очень грязные) (Руководство..., 1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Результаты расчетов интегральной помесечной оценки качества воды по гидрохимическим показателям представлены на гистограммах (рис. 2).

На основании математической обработки данных рис. 2 и классификации по табл. 1 была составлена табл. 2.

В 2010 и 2011 гг. качество воды во всех точках относилось к третьему классу и оценивалось как «Умеренно-загрязненные» воды. В 2012 г. произошло ухудшение ситуации. В Теплом заливе и у ЛЭП воды относились к четвертому

классу, и оценивались как «Загрязненные» воды. А на точке «Пляж» – к пятому классу – «Грязные». Такое положение дел обусловлено либо загрязнение воды от техногенного источника, либо непрофессиональный отбор и анализ проб ФГУП РосНИИВХ. В 2013 г. во всех точках воды относились к третьему классу и оценивались как «Умеренно загрязненные».

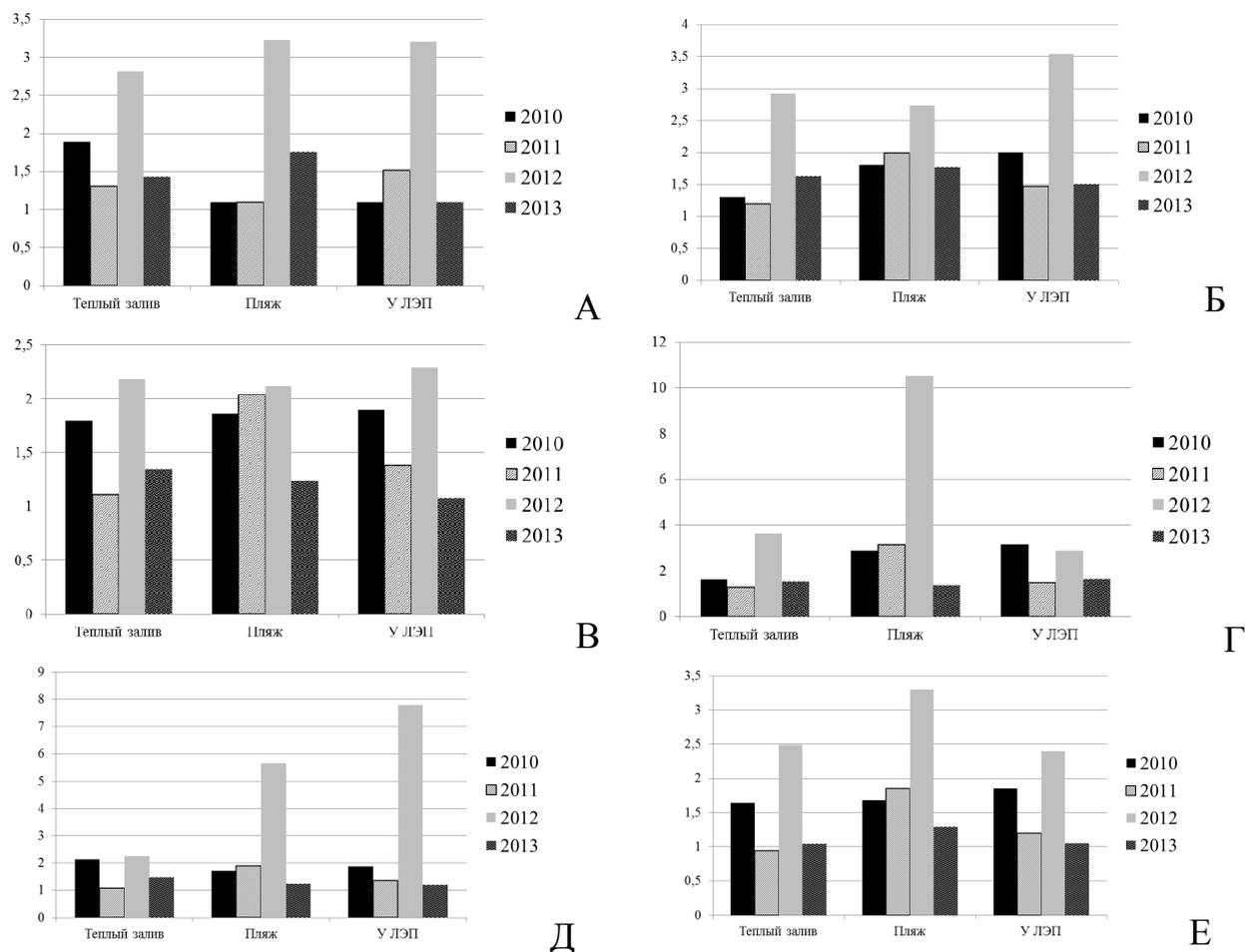


Рис. 2. Динамика изменения ИЗВ Белоярского водохранилища в 2010-2013 гг.

Таблица значений и условных обозначений к рис. 2

Точка	Май, А				Июнь, Б				Июль, В				Август, Г				Сентябрь, Д				Октябрь, Е			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
2	1,9	1,3	2,8	1,4	1,3	1,2	2,9	1,6	1,8	1,1	2,2	1,4	1,6	1,3	3,6	1,5	2,1	1,1	2,3	1,5	1,6	0,9	2,5	1,0
3	1,1	1,1	3,2	1,8	1,8	2,0	2,7	1,8	1,9	2,0	2,1	1,2	2,9	3,2	10,5	1,4	1,7	1,9	5,7	1,2	1,7	1,9	3,3	1,3
5	1,1	1,5	3,2	1,1	2,0	1,5	3,5	1,5	1,9	1,4	2,3	1,1	3,2	1,5	2,9	1,6	1,9	1,4	7,8	1,2	1,9	1,2	2,4	1,1

Таблица 2

Средние значения ИЗВ Белоярского водохранилища

Точка	2010	2011	2012	2013
Теплый залив	1,7 (3)	1,2 (3)	2,7 (4)	1,4 (3)
Пляж	1,9 (3)	2,0 (3)	4,6 (5)	1,5 (3)
у ЛЭП	2,0 (3)	1,4 (3)	3,7 (4)	1,3 (3)

Примечание – в скобках указан класс качества воды в зависимости от значения ИЗВ.

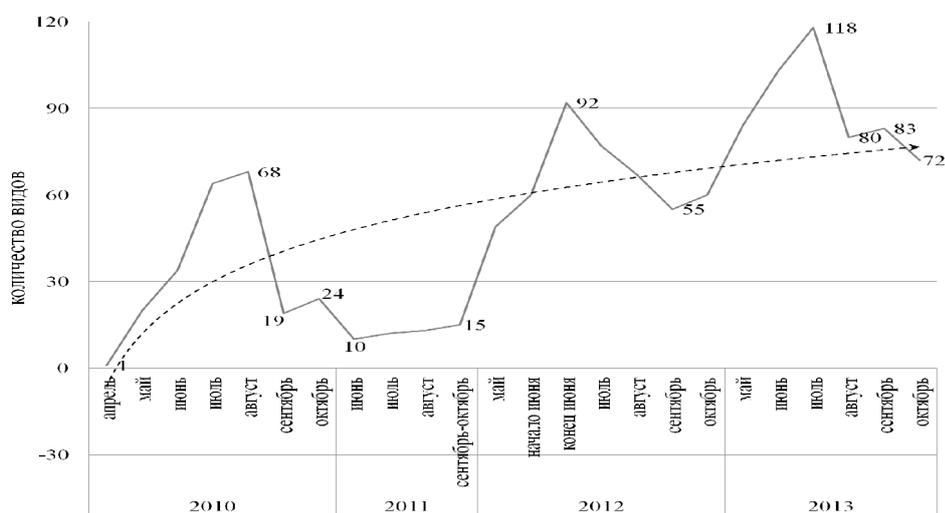


Рис. 3. Динамика суммарного количества видов микроводорослей планктона Белоярского водохранилища

Таблица значений и условных обозначений

	2010						2011				2012					2013								
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	июнь	июль	август	сентябрь-октябрь	май	начало июня	конец июня	июль	август	сентябрь	октябрь	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
КОЛ-ВО ВИДОВ	1	20	34	64	68	19	24	10	12	13	15	49	60	92	77	67	55	60	84	103	118	80	83	72
-->	линия тренда динамики количества видов																							

Анализ данной ситуации показал, что проведение биологической реабилитации Белоярского водохранилища методом коррекции альгоценоза стабилизировало экологическую ситуацию на уровне умеренно-загрязненных вод – третий класс качества воды, чем не обладает большинство искусственных водоемов Уральского региона, подверженных техногенному влиянию. Тем самым развеялся миф, о том, что Белоярское водохранилище является самым грязным в Свердловской области.

В составе фитопланктона обнаружено 442 таксона рангом ниже рода (виды, подвиды, формы и вариации), относящихся к 8 отделам. Наибольшее число видов относится к отделу зеленых водорослей (*Chlorophyta*) – 162, чуть меньшее количество относится к отделам диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) – 119 и цианобактериям (*Cyanophyta*) – 87.

В течение 2010-2013 гг. зарегистрирована тенденция к увеличению числа одновременно живущих видов фитопланктона (рис. 3), что опровергает заявления некоторых авторов, что вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 влечет обеднение видового состава аборигенной альгофлоры.

На протяжении четырех лет наблюдений в динамике суммарной биомассы фитопланктона зарегистрировано два периода с высокими показателями (рис. 4).

Явление «цветения» водохранилища в 2010 и 2013 гг. по сравнению с 2009 г. меняло характер. Во-первых, оно значительно сократило свою длительность. Если до 2009 года (Ярушина, 2003) и по устному заявлению начальника отдела экологии администрации г. Заречный Н.Б. Арефьевой, в Белоярском водохранилище массовое развитие водорослей наблюдалось с начала июня и до конца сентября, то в последующие четыре года «цветение» длилось не более 10 дней.

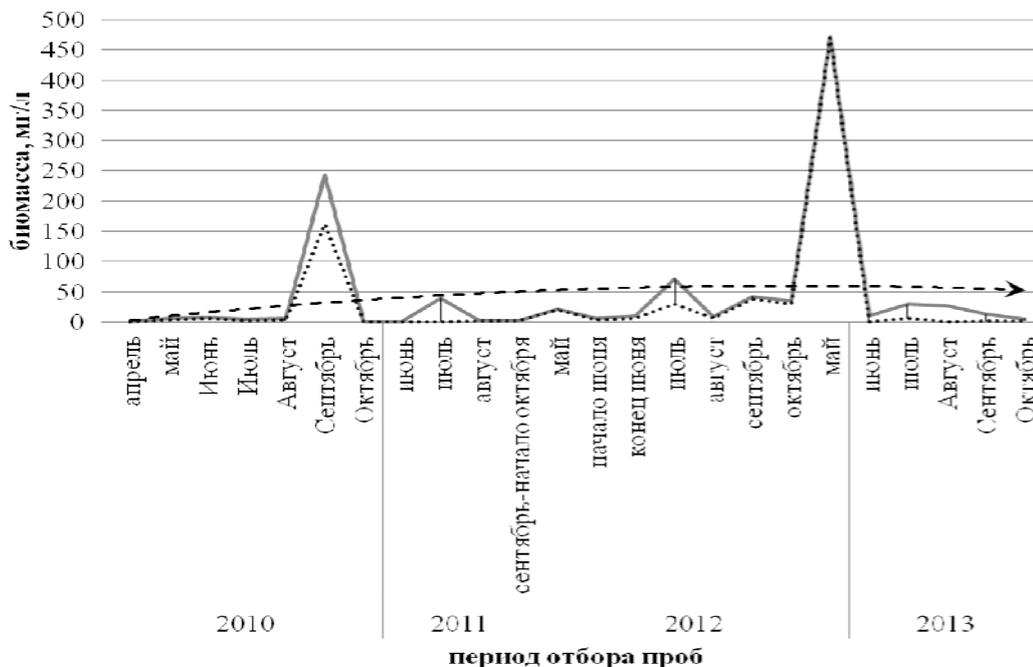


Рис. 4. Динамика суммарной биомассы фитопланктона Белоярского водохранилища

Таблица значений и условных обозначений

Биомасса, мг/л	2010						2011				2012					2013								
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	июнь	июль	август	сентябрь- начало октября	октябрь	май	начало июня	конец июня	июль	август	сентябрь	октябрь	май	июнь	июль	август	сентябрь
..... Bacillariophyta	0	3,8742	6,117012	1,90195	2,90023	161,0902	0,55978	0,001893	0,67076	1,607655	1,607655	19,43	2,84	5,305	28,98	6,005	38,285	29,405	470,1881	0,714964	5,899227	0,806282	1,557044	2,119646
— Суммарная	0,00195	6,40105	6,820837	4,185122	6,616414	243,6395	0,87003	0,0027615	39,25024	1,719705	1,719705	21,285	5,705	10,7865	71,33	9,425	42,4485	35,205	471,1959	9,451356	29,19149	25,99014	12,54754	5,050152

- -> Линия тренда суммарной биомассы

Во-вторых, если основу биомассы водорослей до 2010 г. создавали цианобактерии, что сопровождалось неприятным запахом, то в мае 2010 и сентябре 2013 массово развивались диатомовые, в основном представитель каспийской альгофлоры *Actinocyclus variabilis*, новый для водоема. Неприятный запах при этом отсутствовал. Наблюдающееся возрастание биомассы фитопланктона незначительное. Таким образом, несмотря на некоторое увеличение одновременно обнаруживаемых токсичных видов и видов, способных вызвать «цветение» водоема, роль цианобактерий по абсолютным показателям биомассы крайне низка, явления «цветения» этого отдела не наблюдалось на всем протяжении исследования.

В структуре альгоценоза выделено шесть групп видов по относительному обилию. Состав преобладающих по численности видов испытывает значительные изменения как годовые, так и сезонные. В целом чаще всего преобладают (с балльными характеристиками 5, 7, 9) *Stephanodiscus hantzschii* Grun. и *Synesra tabulata* (Ag.) Kütz., гораздо реже, то есть в течение одного года *Aulacosira granulata* (Ehr.) Sim. var. *granulata*, *A. italica* (Ehr.) Sim. f. *italica*, *Stephanodiscus rotula* (Kütz.) Hendeby, *Oscillatoria planctonica* Wolosz. in Geitler, *Micractinium pusillum* Fresenius, *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Näg., *Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz. *Actinocyclus variabilis* (Makar.) *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *M. wesenbergii* Komarek, *Anabaena sigmoidea* Nyg., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.

Соотношение видового разнообразия отдельных групп видов фитопланктона по относительному обилию 2013 г. являются более близким показателям, выраженным графически кривой Раункиера (Одум, 1986), чем структуры 2010 г. Следовательно, гидробиоценоз на уровне фитопланктона в 2013 г. является более устойчивым к колебаниям факторов окружающей среды.

За 2010-2013 гг. в составе зоопланктона зарегистрировано 127 видов и подвидов, относящихся к четырем крупным группам царства животных. Преобладающей группой в видовом разнообразии являются коловратки (62 вида). Ветвистоусых и веслоногих зарегистрировано почти в два раза меньше. Простейшие зафиксированы только в составе зоопланктона 2010 и 2011 гг., отсутствие их в 2012 и 2013 можно объяснить либо отсутствием в команде РосНИИВХ (г. Екатеринбург) специалиста с нужной квалификацией (протозоолога), либо разрушением простейших во время транспортировки и фиксации. Суммарное число видов зоопланктона, обнаруживаемых в 2012 и 2013 годах увеличивается, что мы связываем со вселением *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 как одного из кормовых объектов этих гидробионтов.

В динамике биомассы зоопланктона наблюдается некоторое уменьшение показателей во второй половине вегетационного сезона 2012 и в первой половине 2013 г. К концу четырехлетнего наблюдения биомасса планктонных животных демонстрирует тенденцию к увеличению.

Кроме того, в состав преобладающих по биомассе к концу исследования входит веслоногий рачок *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), который образует ассоциации весной с другим веслоногим рачком *Acanthocyclops vernalis*

(Fisch.), летом – с видами ветвистоусых *Chydorus sphaericus* (O.F. Müll.), *Daphnia galeata* Sars, а осенью – с другим видом того же рода *E. gracilis* (Sars). Следует подчеркнуть, что рачок *E. graciloides*, являясь консументом второго порядка в трофической цепочке водоема и хозяйственно важным видом, повышает кормовые ресурсы водоема, что мы также связываем с доминированием зеленых водорослей в альгосообществе, что в свою очередь обусловлено проведением биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза.

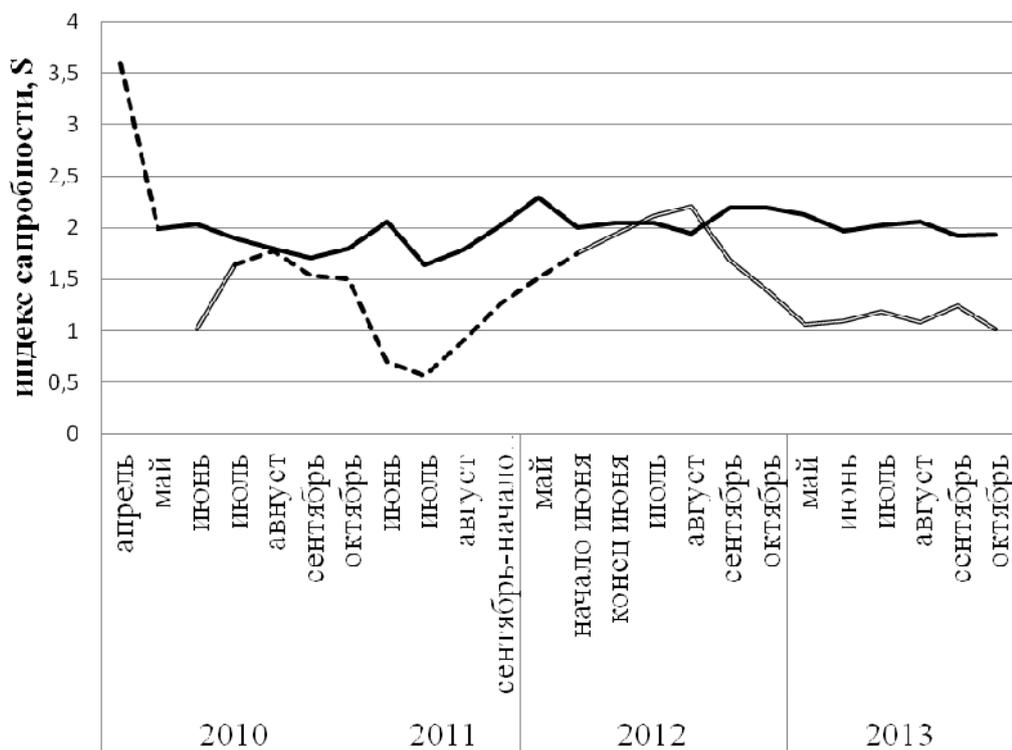


Рис. 5. Динамика индекса сапробности

- по фитопланктону;
- по зоопланктону;
- некорректные результаты вычислений индекса.

Всего было зарегистрировано среди фитопланктона 185 видов и форм – индикаторов сапробности и 47 видов и форм этой группы среди зоопланктона.

Некоторыми показателями индекса сапробности (рис. 5) следует пренебречь, так как число видов – показателей сапробности – по объективным причинам не достигает необходимых 12. Например, фитопланктон в апреле 2010 был представлен только одним видом *Chlorella vulgaris*.

Показатели индекса сапробности по фитопланктону незначительно колеблются в диапазоне от 1,71 до 2,3, что соответствует мезосапробной зоне или III классу вод (умеренно (слабо) загрязненные). По зоопланктону индексы сапробности соответствуют зонам олиго- до мезосапробной или воде II (чистые) и III (умеренно загрязненные) классов (ГОСТ 17.1.3.07-82). В частности, индекс сапробности как по фитопланктону, так и по зоопланктону повышается в 2012 г., а к последнему году проведения работ по биологической реабилитации (2013 г.)

индекс снижается, демонстрируя некоторое улучшение качества воды.

Все преобладающие виды зоопланктона и фитопланктона, для которых известна приуроченность к определенной зоне сапробности, предпочитают олиготрофные, олиго-бетамезотрофные или бетамезо-олиготрофные зоны водоёма.

Таким образом, цель биологической реабилитации водохранилища достигнута. Явлений массового размножения цианобактерий не наблюдалось, биомасса водорослей в целом снизилась практически на порядок по сравнению с величинами до 2010 года, повысилась степень устойчивости экосистем на уровне фито- и зоопланктона за счет увеличения числа малочисленных и редких видов, восстановлены рекреационные свойства водоема (вода прозрачная, неприятный запах отсутствует).

Так как «цветение» воды наблюдалось в течение длительного периода (до 2010 г.), а также водоем продолжает использоваться как водоем-охладитель БАЭС, для более устойчивого эффекта реабилитации требуется продолжение работ по коррекции альгоценоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности. Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с. – **Белякова Р.Н., Волошко Л.Н., Гаврилова О.В. и др.** Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М: Т-во науч. изд. КМК 2006. 367 с. – **Богданов Н.И.** Биологическая реабилитация водоемов. Пенза, 2008. 137 с.

Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Р.В., Масюк Н.П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.

Гольд З.Г., Морозова И.И. Словарь терминов и понятий по водным экосистемам (биологическая структура, качество вод, охрана): Уч.-метод. пособие. Красноярск: Краснояр. гос. ун-т, 2004. 94 с. – **ГОСТ 17.1.3.07-82.** Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – **ГОСТ Р 51592-2000.** «Вода. Общие требования к отбору проб».

Зимбалева Л.Н., Сухойван П.Г., Черногоренко М.И. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев, 1989. 245 с.

Иванова М.Б. Влияние загрязнения на планктонных ракообразных и возможность их использования для определения загрязнения рек // Методы биологического анализа пресных вод. ЗИН АН СССР. Л., 1976. С. 68-80. – **ИСО 5667/1.** Качество воды. Отбор проб. Часть 1. Руководство по составлению программы отбора проб. – **ИСО 5667/2.** Качество воды. Отбор проб. Часть 2. Руководство по методам отбора проб. – **ИСО 5667/3.** Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Руководство по хранению и обработке проб.

Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с. – **Румянцев В.А., Крюков Л.Н., Поздняков Ш.Р., Жуковский А.В.** Цианобактериальное «цветение» воды – источник проблем природопользования и стимул инноваций в России // Terra Humana. С. 222-228 // http://www.terrahumana.ru/arhiv/11_02/11_02_45.pdf.

Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. М.: Университет и школа, 2003. 157 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Атлас сапробных организмов. М., 1977. 277 с.

Хендерсон-Селлерс Б.И., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования. Пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 279 с.

Чупров С.М., Набатова В.А., Гаевский Н.А., Колмаков В.И. Сезонные особенности развития фитопланктона водоема охладителя тепловой станции (Березовская ГРЭС-1, Красноярский край) // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: материалы II всерос. конф. (печ Сыктывкар, 5-9 октября 2009 г.) [электронный ресурс]. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, 2009 // http://ib.komisc.ru/add/conf/algo_2009/, свободный.

Ярушина М.И., Гусева В.П., Чеботина М.Я. Видовой состав и экологическая характеристика водорослей водоема-охладителя Белоярской АЭС // Экология. 2003. № 1. С. 23-29.

Fauna Aquatica Austriaca /A comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes. (By Ed. Moog O). 1 - 2nd Edition, Vienna, 1995-2002. – **Fauna Europaea** // <http://www.faunaeur.org>

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. GWF 96/18/ - 1955. 604 S.

Sládeček V. Diatoms as indicators of organic pollution // Acta Hydrochim. Hydrobiol. 1986. V. 14, No. 5. P. 555-566.

Sládeček V. Rotifers as indicators of water quality // http://www.abctaxa.be/gti_course/taxonspecific/rotifer-taxonomy-dr-h-segers-rbins/literature/sladecek_1983.pdf /download