

**Сборник
научных
работ
студентов
и
аспирантов
ВГПУ**

Выпуск VI

Вологда
1998

Главный редактор — проф. *М. А. Безнин*

Редколлегия: доц. *Е. Ю. Бахтенко*, проф. *М. Ш. Бонфельд*,
проф. *С. М. Кибардина*, доц. *Е. А. Скупинова*,
доц. *Т. А. Сулова*, проф. *В. П. Томанов*, проф. *Ю. И. Чайкина*,
ст. преп. *Е. Н. Шаброва (зам. гл. редактора)*,
проф. *Л. Г. Яцкевич*.

Сборник издан за счет средств научно-исследовательского бюро
ВГПУ.

С 23

Сборник научных работ студентов и аспирантов ВГПУ. Выпуск VI. — Вологда: ВГПУ, издательство «Русь», 1998. — 380 с. ISBN 5-87822-026-1 — Вып. I; ISBN 5-87822-042-3 — Вып. II; ISBN 5-87822-057-1 — Вып. III; ISBN 5-87822-062-8 — Вып. IV; ISBN 5-87822-080-6 — Вып. V; ISBN 5-87822-099-6 — Вып. VI.

(Главный редактор — проф. М. А. Безнин)

ВВК 72

В шестом выпуске сборника научных работ студентов и аспирантов ВГПУ публикуются статьи, посвященные проблемам филологии, истории, физики, математики, педагогики, естествознания и др.

500200000—099

С ————— 9 — 98

Г 76(03) —98

ISBN 5-87822-099-6 — Вып. VI.
ISBN 5-87822-080-6 — Вып. V.
ISBN 5-87822-062-8 — Вып. IV.
ISBN 5-87822-057-1 — Вып. III.
ISBN 5-87822-042-3 — Вып. II.
ISBN 5-87822-026-1 — Вып. I.

© ВГПУ, издательство «Русь», 1998

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА КУБЕНСКОГО КАК ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.ВОЛОГДЫ

Научные руководители — профессор Л. А. Коробейникова,
доцент Н. Л. Болотова

Введение

Озеро Кубенское — один из крупных водоемов Вологодской области, относящийся к бассейну Белого моря. По времени и основному способу образования озеро относится к доледниковой тектонической котловине [1]. Происхождение и формирование котловины определило современные морфометрические параметры оз. Кубенского [2, 3]. Удобное географическое положение и развитая гидрографическая сеть обусловили раннее освоение этого водоема.

Озеро Кубенское подвергается интенсивной и разноплановой антропогенной нагрузке, включая промысел и судоходство. В него сбрасываются сточные воды, а при сильно распаханном водосборе через поверхностный сток в озеро поступает значительное количество различных загрязняющих веществ. Ухудшение качества воды озера связано также и с последствиями многолетнего сплава древесины. В то же время озеро является источником водоснабжения сельских поселений, а после постройки водовода «Озеро Кубенское — г.Вологда» — и областного центра. В этом плане особое значение приобретает оценка качества воды на фоне прогрессирующего загрязнения и эвтрофирования озера, тем более что к настоящему времени воды озера по содержанию органических веществ классифицируются как переходные от умеренного загрязнения к тяжелому [4]. Кроме того, в воде и грунтах присутствуют в значительных количествах токсиканты, а также отмечается достаточно высокая степень бактериального загрязнения озера [5–7].

Целью данной работы является оценка по химическим и биологическим показателям качества воды Кубенского озера как источника водоснабжения г. Вологды.

Материал и методика

Для оценки качества воды оз. Кубенского использованы данные химического и биологического мониторинга. С этой целью

проанализированы материалы Гидрометслужбы и фондов Вологодской лаборатории ГосНИОРХ [7–10]. Анализ качества воды в районе водовода проведен по данным базовой лаборатории муниципального унитарного предприятия жилищно-коммунального хозяйства «Горводоканал» за 1995–1996 годы, которая осуществляла отбор и обработку проб согласно ГОСТам [11, ГОСТ 4970–49, 18963–73, рис. 1]. В целом для сравнительной характеристики качества воды привлечены материалы 46 проб, из них 16 — Гидрометслужбы и 30 — МУП ЖКХ.

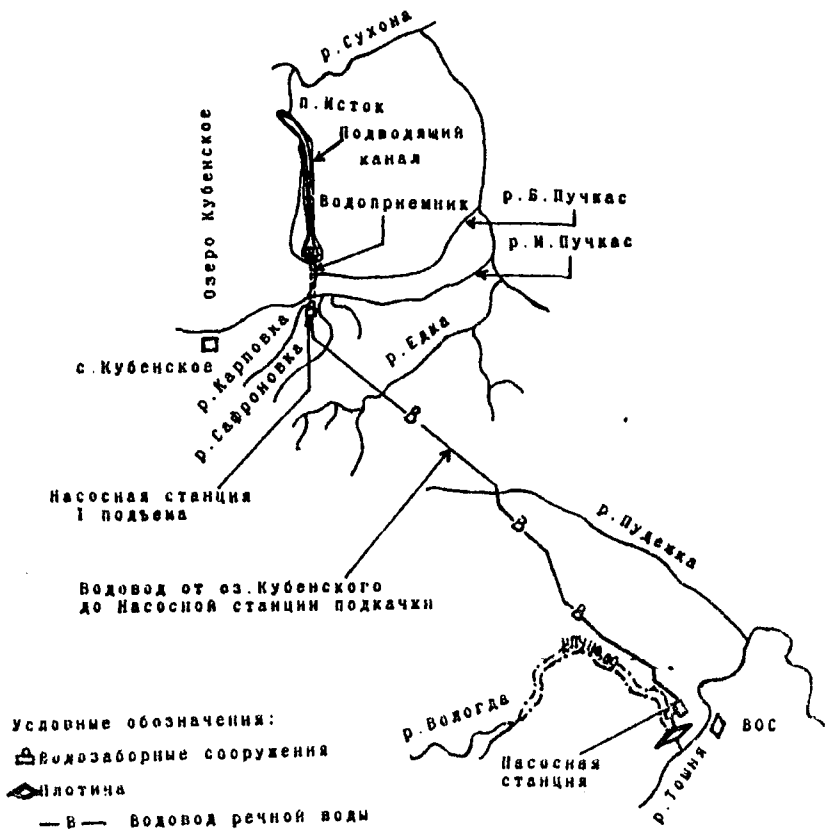


Рис. 1. Схема водовода из оз. Кубенского.

В рамках биологического контроля проводился анализ состояния зоопланктонного сообщества за 1995–1996 гг. Для оценки состояния озера в районе водозабора в сравнении с остальной акваторией сбор полевого материала осуществлен по стандартной сетке станций (рис.2). Всего собрано и обработано по общепринятым методикам 48 проб зоопланктона [12–17].

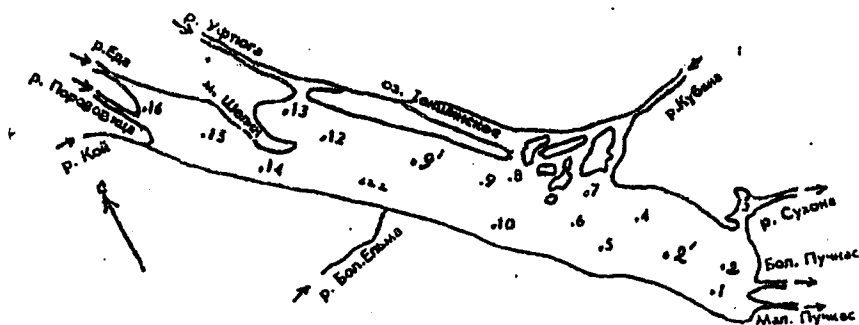


Рис.2. Размещение гидробиологических станций на оз. Кубенском.

Для оценки качества воды применен индекс разнообразия по Шеннону (H), отражающий изменения в структуре сообщества и функциональной роли отдельных видов [18].

Индексы сапробности по [14] и индексы видового разнообразия Шеннона рассчитаны компьютерным методом с помощью оригинальной программы ст.н.с. С. В. Тихонова «Интегрированная система обработки гидробиологической информации».

Результаты исследований

Факторы формирования качества воды оз. Кубенского. Формирование природного состава и качества воды связано в значительной степени с лимнологическими особенностями озера Кубенского. Воды оз. Кубенского относятся к гидрокарбонатно-кальциевой группе [2, 3]. Поступление аллохтонной органики с заболоченного водосбора приводит к усилению процесса эвтрофирования озера. В свою очередь это сопровождается зарастанием, обмелением,

заплением озера, а также изменением качества воды: повышается цветность, снижается прозрачность воды и увеличивается содержание в ней биогенов.

Через лимнологические особенности озера преломляются и последствия хозяйственной деятельности человека. Пригодность водосбора для заселения определила большую степень его освоения под сельскохозяйственные угодья, что привело к усилению антропогенной нагрузки на озеро в целом [19]. Последствия вырубки лесов и молевого сплава негативно отразились на гидрологическом режиме озера и качестве воды. Для улучшения условий судоходства на этом участке Северо-Двинского водного пути сток озера был зарегулирован при постройке переливной плотины в истоке р. Сухоны. Это обусловило значительные перепады уровня воды и его резкое снижение в зимний период (после открытия плотины в конце навигации). Дополнительный забор воды водоводом усугубляет неблагоприятные гидрологические условия. В настоящее время южная часть озера, где расположен оголовок водовода, в период низкой зимней межени представляет собой узкий водоем с глубинами 0,6–0,8 м, по которому осуществляется транзит стока реки Кубены в Сухону [20]. Экстремальные условия зимы (например, 1992/93 года) приводят к нарушению работы водозабора, и при этом значительно снижается качество забираемой воды. Кроме того, в период весеннего половодья во время обратного течения р. Сухоны ситуация ухудшается поступлением сильно загрязненных вод, которые вносят большое количество взвешенных веществ, биогенов, токсикантов [7, 21].

Оценка качества воды оз. Кубенского. Анализ гидрохимических показателей свидетельствует об ухудшении в настоящее время качества воды оз. Кубенского. Это относится как к физическим свойствам воды, так и к ее химическим параметрам. В частности, вследствие интенсивного ветрового перемешивания в условиях мелководности озера отмечается снижение прозрачности воды до 7–9 см в летнюю межедь (табл. 1, 2). Повышается мутность воды, и наибольшее содержание взвесей приходится на конец мая — 77,8 мг/л. В воде оз. Кубенского наблюдается повышенное содержание: разных форм азота и фосфора, что отражает большую биогенную нагрузку на данный водоем. Так, содержание аммонийного азота в 1995–1996 гг. колебалось от 0,38 до 0,71 мг/л; концентрация нитратов в воде достигала 0,14 мг/л, нитритов — 0,008 мг/л (табл. 1, 2). Наибольшая концентрация как общего, так и минерального фосфора приходилась на середину августа — 0,078 и 0,044 мг/л по годам соответственно. Кроме того, в данный период в воде озера отмечено

появление токсичного аммиака, концентрация которого достигала 0,007 мг/л. В озере Кубенском происходит накопление органических веществ, о чем свидетельствует повышение значений цветности воды, ее окисляемости и биохимического потребления кислорода. На окисление органики расходуется кислород, что вызывает ухудшение газового режима водоема. В отдельные периоды, как например весной 1995–1996 гг., когда содержание кислорода снижалось до 4,6–6,16 мг/л. Тревожной тенденцией является появление в воде озера ядовитого для гидробионтов газа — сероводорода с концентрацией 10,3 мг/л.

Меняется и солевой состав воды озера, что связано с увеличением доли сульфатов, хлоридов, гидрокарбонатов, ионов калия и натрия, особенно в осенний период. Аналогично повышается содержание растворенных солей кальция и магния, а показатели общей жесткости воды достигают 4,43 мг/л.

Ухудшение качества воды происходит не только за счет органического, но и токсикологического загрязнения оз. Кубенского. К приоритетным загрязнителям относятся нефтепродукты, поверхностно-активные вещества и тяжелые металлы. Из последних наиболее распространены цинк и медь, содержание которых в воде озера превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 2,1 и 12 раз соответственно.

Достаточно неблагоприятная обстановка в целом с качеством воды озера Кубенского усугубляется повышенным локальным загрязнением на участке в районе водовода на г. Вологду. Анализ имеющихся данных показывает гораздо более высокую степень органического, токсикологического и бактериологического загрязнения этого района озера. Помимо того, на качество забираемой воды отрицательно влияет ухудшение здесь газового режима. Так, содержание кислорода как в подледный период, так и летом снижалось до 2,3 – 5,5 мг/л, то есть до заморных ситуаций (табл.3).

Повышенное органическое загрязнение данного участка отражает содержание в воде аммонийного азота, которое здесь больше, чем по акватории озера в 1,6 раза. Особенно резко возрастает концентрация нитратов и нитритов — 19 и 220 раз соответственно (рис.3 — А, Б).

Вода в районе водозабора отличается и по ионному составу. Так, содержание растворенных солей кальция и магния больше в 1,2 и 1,9 раза соответственно, значительно выше концентрация сульфатов, хлоридов, ионов натрия и калия (рис.4 — А, Б).

**Гидрохимические показатели воды оз.Кубенского
(д.Коровово, 1995 г., по данным Гидрометслужбы)**

Показатели	Апрель		Май		Август		Ноябрь	
	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность
Запах (балл)	0	0	0	0	0	0	0	0
Прозрачность, см	31	31	31	31	9	7	20	21
Цветность, град.	74	86	70	76	70	70	48	48
Температура	0,5	0,7	18	18,6	14,8	15	0,001	0,001
Взвешенные в-ва, мг/л	18,6	30,2	12	10,6	—	—	10,2	13,2
pH	7,05	7,05	7,25	7,05	7,8	7,8	7,45	7,45
O ₂ , мг/л	4,6	6,1	8,28	7,82	7,35	8,21	12,1	14,06
CO ₂ , мг/л	10	13	13	21	4,4	3,6	10	10
Сероводород, мг/л	10,3	—	—	—	—	—	—	—
Соли:								
магний, мг/л	4,0	3,6	10,1	10,1	8,0	9,4	11,9	15,9
хлориды, мг/л	2,2	2,2	3,6	3,6	2,1	2,1	5,0	5,0
сульфаты, мг/л	7,6	6,7	22,9	22,9	22,1	25	33,6	4,4
минерализация, мг/л	92,9	93,2	165,2	165,1	152,9	156,4	204,8	229,1
жесткость, мг-экв/л	1,1	1,1	2,1	2,1	1,95	2,01	2,54	2,96
гидрокарбонаты, мг/л	59,8	61	99,5	99,5	92,8	92,8	117,8	115,3
натрий, мг/л	1,9	1,8	3,0	2,7	0,9	0,9	4,3	4,4
калий, мг/л	1,2	1,2	0,1	0,1	0,5	0,8	0,8	0,5
кальций, мг/л	15,4	16,1	25,4	25,4	25,8	24,9	31,2	33,1
Биогены:								
XПК, мг/л	58,3	65,3	10,1	20	52,9	45,9	41,7	44,6
БПК ₅ , мг/л	1,76	3,43	3,6	2,81	2,01	3,13	1,89	4,68
N _{аммон.} , мг/л	0,21	0,15	0,18	0,36	0,38	0,22	0,05	0,06
нитриты, мг/л	0,0	0,003	0,004	0,008	0,005	0,0	0,0	0,0
нитраты, мг/л	0,11	0,1	0,08	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03
фосфор минер., мг/л	0,021	0,033	0,033	0,03	0,0	0,0	0,021	0,009
кремний, мг/л	1,2	1,0	1,2	1,1	0,3	0,2	1,1	1,0
фосфор общий, мг/л	0,034	0,042	0,046	0,05	0,028	0,022	0,028	0,016
аммиак, мг/л	0,0	0,0	0,001	0,002	0,008	0,005	0,0	0,0
железо общее, мг/л	0,17	0,18	0,08	0,12	0,15	0,17	0,14	0,13
Токсиканты:								
медь, мкг/л	9,7	8,0	8,9	10,3	6,4	5,0	3,6	8,0
цинк, мкг/л	6,5	8,5	6,1	7,7	5,6	3,6	3,0	6,1
СПАВ, мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0

Гидрохимические показатели воды оз.Кубенского
(д.Коровово, 1996 г., по данным Гидрометслужбы)

Показатели	Начало мая		Конец мая		Август		Ноябрь	
	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность	дно	поверх- ность
Запах (балл)	0	0	0	0	0	0	0	0
Прозрачность, см	20	18	15	13	31	31	31	31
Цветность, град	88	90	52	52	58	54	62	60
Температура	2,1	2,1	10,0	10,0	19,2	18,8	4,0	4,0
Взвешенные в-ва, мг/л	28,6	18,0	54,4	77,8	9,8	8,2	10,4	15,6
pH	7,6	7,6	7,8	7,8	7,8	7,8	7,6	7,8
O ₂ , мг/л	10,44	10,06	6,16	6,51	9,02	9,02	12,0	11,9
CO ₂ , мг/л	3,5	5,3	5,3	3,6	3,8	3,8	10,6	7,9
Соли:								
магний, мг/л	6,0	6,7	12	9,4	11,1	11,1	17,8	18,2
хлориды, мг/л	6,9	5,3	8,8	5,0	5,7	6,0	6,0	9,7
сульфаты, мг/л	23,9	25,0	47,1	44,4	33,0	34,1	78,5	64,9
минерализация, мг/л	133,5	127,6	196,5	187,6	184,1	183,5	357,8	348,1
жесткость, мг-экв/л	1,6	1,54	2,50	2,26	2,3	2,3	4,43	4,37
гидрокарбонаты, мг/л	68,5	64,9	92,5	92,5	99,1	98,5	187,4	189,2
натрий, мг/л	3,6	3,6	4,3	4,7	4,6	3,9	5,6	5,9
калий, мг/л	1,4	1,5	1,4	1,6	2,4	1,7	1,6	2,0
кальций, мг/л	22,3	19,8	30,2	29,8	27,9	27,9	59,6	57,5
Биогены:								
окисляемость бихр.	39,0	31,5	35,3	31,6	28,5	29,6	33,0	27,7
БПК5, мг/л	3,58	3,23	2,18	2,60	5,9	2,97	3,25	3,44
N _{аммон.} , мг/л	0,22	0,18	0,18	0,07	0,26	0,26	0,71	0,19
нитриты, мг/л	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,002
нитраты, мг/л	0,14	0,0	0,0	0,14	0,0	0,0	0,09	0,11
фосфаты, мг/л	0,034	0,0	0,0	0,022	0,044	0,036	0,017	0,003
кремний, мг/л	1,8	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,5	2,2
фосфор общий, мг/л	0,046	0,016	0,014	0,042	0,078	0,074	0,026	0,008
аммиак, мг/л	0,00	0,002	0,002	0,0	0,007	0,007	0,004	0,001
железо общее, мг/л	0,22	0,19	0,17	0,14	0,09	0,08	0,19	0,14
Токсиканты:								
медь, мкг/л	12,3	8,9	8,1	7,5	2,2	3,0	4,2	12,2
цинк, мкг/л	10,0	11,0	2,8	4,1	3,0	3,0	18,0	21,0
нефтепродукты, мг/л	+	+	+	+	+	+	+	+
СПАВ, мг/л	0	0	0	0	0	0	0	0

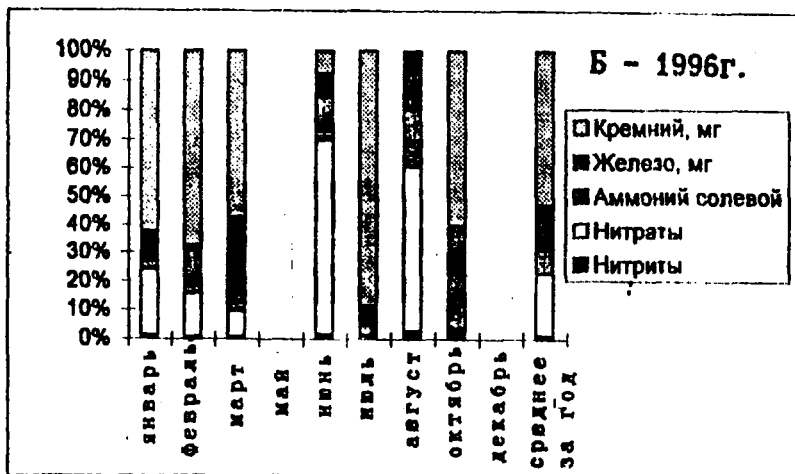
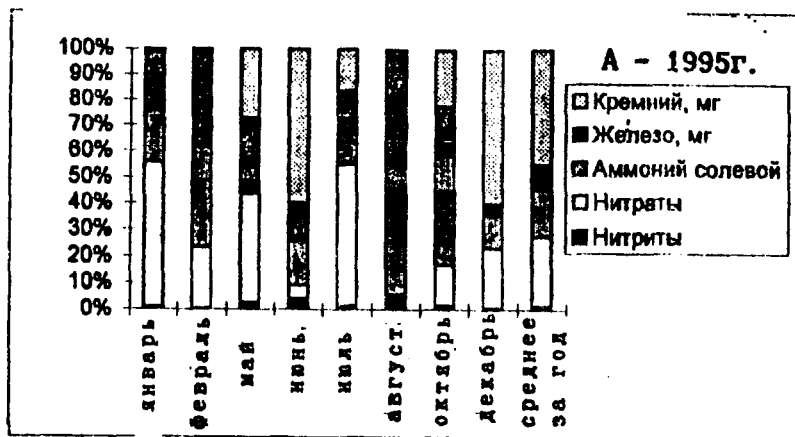


Рис.3. Биогенные элементы в воде оз. Кубенского в районе водозабора

Следует подчеркнуть, что в зоне расположения водозабора в воде обнаружены не отмечающиеся для остальной акватории озера такие опасные токсиканты, как фтор, бор, марганец, молибден, свинец, хром, никель (рис.5 — А, Б). Помимо вышеперечисленных веществ, в воде присутствуют и распространенные в озере токсические элементы (цинк, медь) и нефтепродукты. Их концентрации значительно превышают

допустимые нормы. Так, для цинка это превышение в 1995-1996 гг. составляло 2,6 раза, для меди — 10 раз, для молибдена — 55 раз, для марганца — 40 раз, для никеля — 17 раз, для бора — 57 раз, для нефтепродуктов — 4,4 раза.

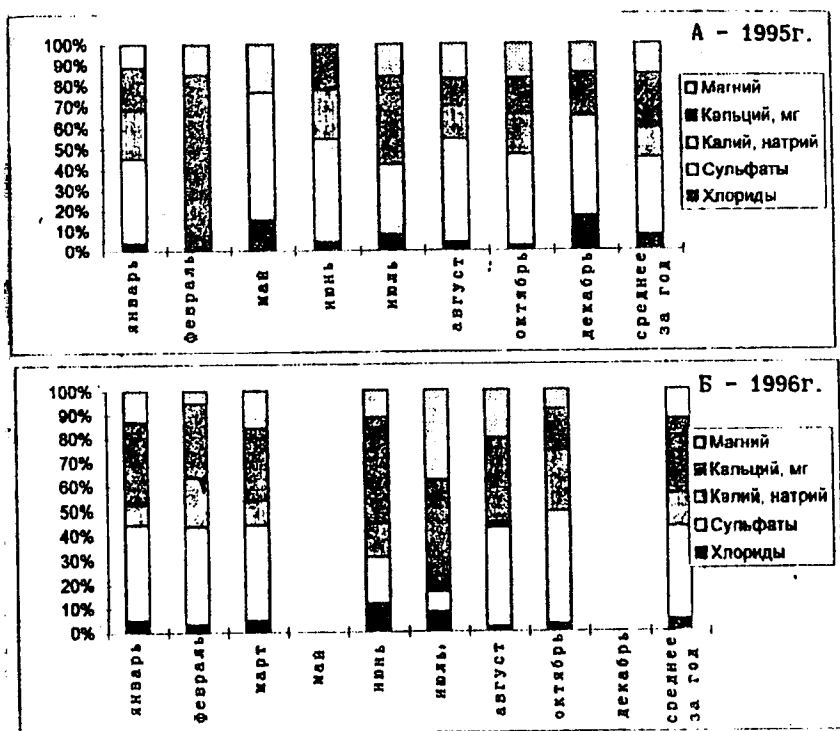


Рис.4. Содержание солей в воде оз. Кубенского в районе водозабора

О неблагоприятной бактериологической обстановке в районе водозабора свидетельствует выявление в воде оз. Кубенского лактознокислечных палочек (табл.3).

Адекватность выводов о высоком загрязнении участка озера Кубенского, где расположен водозабор на г. Вологду, подтверждается данными и по состоянию грунтов [10]. Так, в донных отложениях отмечается значительное содержание нефтепродуктов и тяжелых

металлов. Это цинк, медь, никель, кобальт, хром, ванадий, барий, железо, марганец, титан, свинец, мышьяк и другие. Среди них высокой концентрацией выделяются свинец и мышьяк — с превышением ПДК более чем в 1,5 раза.

Интегрированным показателем качества воды является состояние гидробионтов озера, так как ухудшение качества среды обитания отражается на всех трофических уровнях сообщества. Поэтому нами проведена оценка состояния сообщества оз. Кубенского, включая фитопланктон, зоопланктон.

Биологические параметры качества воды. Ухудшение качества воды в первую очередь сказывается на первичном звене — фитопланктоне. При загрязнении наблюдается снижение показателей его численности и биомассы. Известно, что под влиянием нефтепродуктов планктонные водоросли резко снижают свою продуктивность.

В целом основу фитопланктоценоза озера Кубенского составляют диатомовые водоросли, среди которых преобладают колониальные нитчатые *Melosira varians*, *M. granulata*. В то же время на участке озера в районе водозабора доминируют криптофитовые водоросли, способные к гетеротрофному типу питания. Сдвиги в видовой структуре фитопланктона хорошо отражают повышенное содержание в воде органических веществ. Рассчитанный криптомонадный индекс сапробности достигает в разные сезоны значений от 1,9 до 2,5. Происходит снижение видового разнообразия фитопланктона, так как выпадают виды, чувствительные к неблагоприятным воздействиям, и развиваются водоросли, устойчивые к загрязнению, например, индикаторные виды *Cryptomonas erosa* и *C. ovata*, которые в течение всего вегетационного сезона встречаются в массовом количестве на рассматриваемом участке [9].

Наблюдаемое ухудшение качества среды обитания отражается и на функционировании зоопланктонного сообщества. Отмечается преобладание группы коловраток, которые получают преимущественное развитие при органическом загрязнении. Выявлена тенденция к снижению в зоопланктонном сообществе роли диаптомид, что закономерно для мелководных и эвтрофируемых озёр. Вследствие интенсивного зарастания водоема среди кладоцер и циклопид увеличилась доля зарослевых видов. Кроме того, происходит изменение структуры зоопланктона, связанное с нарастанием доли хищных видов и сменой значения трофических группировок [4, 22–24].

Некоторые показатели качества воды оз. Кубенского в районе водовода в 1995–1996 гг.
(по данным базовой лаборатории муниципального унитарного предприятия
жилищно-коммунального хозяйства «Горводоканал»)*

Показатели	Январь		Февраль		Март		Май	Июнь		Июль		Август		Октябрь		Декабрь	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Запах при 200°С	1 ₃	1 ₃	1	1	—	1	1 ₃	1 ₃	1	1 ₃	1	1	1	—	16	1	—
Запах при 600°С	2 ₃	—	2 ₂	—	—	—	2 ₃	2 ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цветность, 0	87	70	114	59	—	70	80	78	70	49	59	70	64	61	46	260	—
pH	7,38	7,5	7,16	7,41	7,35	7,37	—	7,86	8,07	—	8,4	7,55	8,29	8,04	7,93	8,27	—
Взвешенные вещества, мг/л	9,7	3,7	28,6	5,5	—	9,6	7,7	4,4	12,2	9,8	5,0	4,7	—	7,9	3,2	2,7	—
Окисл-ть, мг/л	18	—	21,8	11,1	36,2	25,1	—	17,1	17,3	17,6	15,4	12,4	15,7	12,8	14,6	10,7	16,6
Растворенный кислород, мг/л	9,7	8,1	5,03	5,5	5,83	2,3	9,0	9,68	8,9	6,72	5,5	—	7,9	8,26	11,5	7,86	—
БПКП коли	2,7	—	1,0	—	—	—	3,2	2,05	—	2,35	—	5,42	—	4,5	—	3,55	—
БГКП коли	930	942	334	230	—	91	30	35	36	90	—	—	24000	61	150	73	230
Число лактозно-кишечных палочек	—	21	—	40	—	20	—	—	8	—	80	—	50	—	20	—	—

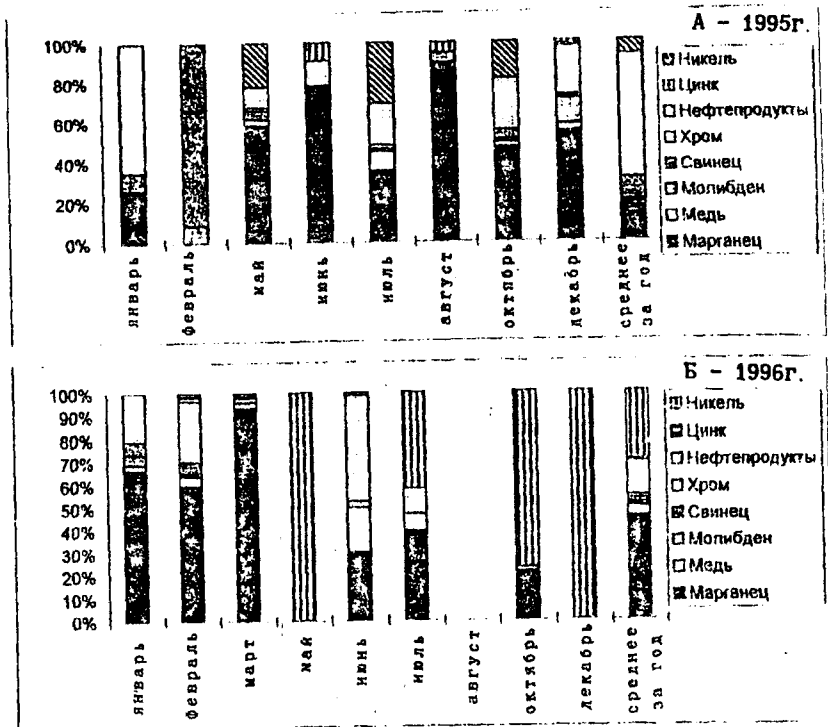


Рис. 5. Содержание токсикантов в воде оз. Кубенского в районе водовода

В результате наших исследований выявлено массовое развитие видов — индикаторов загрязнения, таких родов, как *Brachionus*, *Vipalpus*, *Keratella*, *Kellicotia*, *Asplanchna*. Отмечено повышение показателя сапробности, который по акватории озера колебался от 0,9 до 2,0, что в первую очередь связано со значительным содержанием органики в воде. На участках с высокими показателями индекса сапробности наблюдается повышение численности зоопланктона в основном за счет массового развития мелких видов — индикаторов загрязнения и эвтрофирования водоема. Это виды из родов *Kellicotia*, *Brachionus*, *Asplanchna*, *Chydorus*. В целом, наибольшие значения индекса сапробности соответствуют высокому локальному загрязнению озера. Наряду с этим выявлена закономерность снижения индексов разнообразия зоопланктона по

численности и биомассе в зонах повышенной сапробности. Индекс разнообразия, рассчитанный по численности зоопланктона, колебался от 0,45 до 2,3, а индекс, рассчитанный по биомассе — от 0,3 до 2,3.

Оценка состояния зоопланктонного сообщества позволила выделить наиболее загрязненные участки акватории озера — районы около населенных пунктов, крупных притоков и зону озера, прилегающую к водоводу. Так, в районе водовода значения индекса сапробности повышаются от 1,2 до 1,9.

Локальное ухудшение качества воды на участке водозабора отражается и в снижении значений индекса разнообразия, рассчитанного по численности и биомассе зоопланктона, — 0,2–2,3 и 0,6–2,0 соответственно. Таким образом, выявленные нами индикационные признаки сдвигов в зоопланктонном сообществе Кубенского озера позволяют классифицировать его как В–мезосапробный водоем, а участок водовода — как В–мезосапробный и метасапробный, что указывает на переходную степень качества воды от умеренного загрязнения к тяжелому.

Заключение

В настоящее время в связи с усилением антропогенного воздействия на экосистему озера Кубенского происходит ухудшение качества его воды. Это связано с изменением физических свойств и химического состава воды. Отмечается повышенное содержание органических веществ, появление разнообразных токсических элементов, увеличение бактериального загрязнения.

Неблагоприятные изменения водной среды четко выражены внешними индикационными признаками эвтрофирования и структурно-функциональной перестройкой на разных трофических уровнях.

Следует особо отметить и повышенное локальное загрязнение воды озера в районе водозабора. Отмечается появление заметного количества тяжелых металлов в рыбах, что свидетельствует об опасной трансформации токсикантов по всем звеньям экосистемы оз. Кубенского [9]. В целом воды озера Кубенского в настоящее время можно оценить как переходные от умеренно загрязненных к загрязненным, что подтверждает и качество забираемой воды.