

УДК 579.68 (285.23)

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

## **Характеристика вод Усть-Илимского водохранилища и залива реки Вихорева по микробиологическим показателям**

**И.В. Глебова<sup>а\*</sup>,**

**В.В. Максимов<sup>б</sup>, Е.В. Щетинина<sup>б</sup>**

<sup>а</sup> *Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,  
Россия 664033, Иркутск, Фаворского 1а*

<sup>б</sup> *Научно-исследовательский институт биологии при ФГБОУ ВПО  
Иркутский государственный университет,  
Россия 664003, Иркутск, Ленина 3<sup>1</sup>*

Received 7.06.2012, received in revised form 14.06.2012, accepted 21.06.2012

*Исследованы воды Усть-Илимского водохранилища и залива р. Вихорева по микробиологическим показателям. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с данными 1980-90-х гг. Общая численность микроорганизмов колебалась от 0,9 до 6 млн кл/мл, оставаясь на уровне прошлых лет, численность сапрофитных микроорганизмов уменьшилась на порядок. Высокие значения сапрофитных микроорганизмов отмечены в водах р. Вихорева (5240 КОЕ/мл) и подпора залива р. Вихорева (10700 КОЕ/мл). Максимальные значения БГКП обнаружены у подпора залива р. Вихорева (11333 КОЕ/л). Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов уменьшилось на три порядка и составило 1-9 КОЕ/мл. Сульфатвосстанавливающие микроорганизмы обнаружены только в заливе р. Вихорева. Воды залива р. Вихорева и прилегающей акватории Усть-Илимского водохранилища по микробиологическим показателям соответствуют требованиям СанПиН 2.1.5-980-00 и могут быть использованы только для рекреационных целей.*

*Ключевые слова: Усть-Илимское водохранилище, река Вихорева, санитарно-микробиологические показатели воды.*

### **Введение**

Микробиологический режим Усть-Илимского водохранилища был исследован

в 1980-90-е гг. в процессе его формирования (Виноградова, 1994). Изучались вертикальное и пространственное распределение различных

\* Corresponding author E-mail address: [ingleb83@mail.ru](mailto:ingleb83@mail.ru)

<sup>1</sup> © Siberian Federal University. All rights reserved

групп микроорганизмов и сезонная динамика бактерий в водной толще и донных отложениях, подтверждено негативное воздействие проток Братского лесопромышленного комплекса (ЛПК) на верхний озеровидный участок Ангарской ветви Усть-Илимского водохранилища (Скрябин и др., 1982; Анчутин, Панасенков, 1983, Панасенков, 1983б; Виноградова, 1985, 1995; Vinogradova, 1998).

По результатам исследований Усть-Илимское водохранилище было отнесено к мезотрофному водоему с эвтрофированными участками в районе, прилежащем к Вихоревскому заливу (Панасенков, 1982, 1983а, 1984).

В 2000-е гг. было установлено, что экологическая ситуация на верхнем озеровидном участке остается напряженной. Экосистема водоприемника существенно изменена, так как идет не только первичное, но и вторичное загрязнение. По расчетам авторов (Панасенкова, 2010), в р. Вихорева и Усть-Вихоревский залив за время функционирования Братского ЛПК сброшено 450 тыс. т лигнинных ве-

ществ. Присутствие в донных отложениях лигнинных веществ и их медленнотекущая деструкция приводят к постоянной интоксикации компонентов биоты, а следовательно, к изменению параметров экосистем.

Цель работы – исследовать воды Усть-Илимского водохранилища и залива р. Вихорева по микробиологическим показателям, провести сравнительный анализ полученных результатов с данными прошлых лет и выявить изменения, происходящие в экосистеме.

### Материалы и методы

В июле 2005 г. нами было проведено исследование вод Усть-Илимского водохранилища и залива р. Вихорева. На 9 станциях были отобраны 16 проб воды с поверхностного и придонного горизонтов (рис. 1). Придонные пробы отбирали с глубин 13–33 м. Исследуемый район характеризуется высокой загрязненностью воды затонувшей древесиной, особенно у уреза воды. Температура воды в период исследований колебалась от 6 до 18 °С.

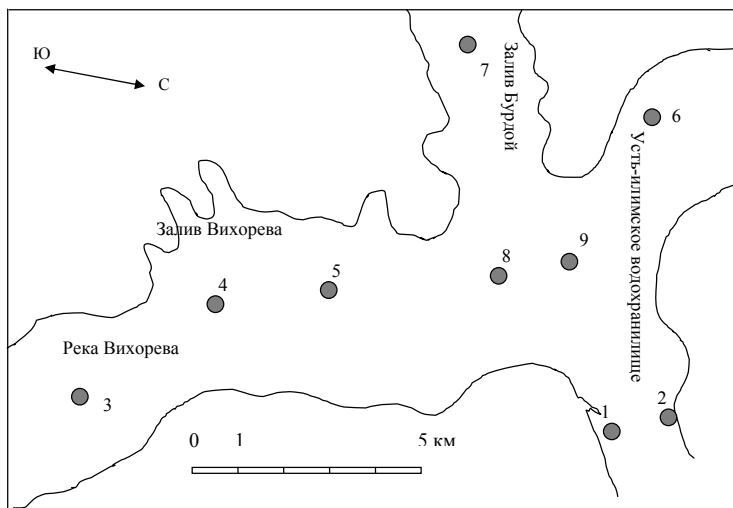


Рис. 1. Карта-схема отбора проб. Станции: 1 – 4,5 км выше залива р. Вихорева (у левого берега); 2 – 4,5 км выше залива р. Вихорева (у правого берега); 3 – река Вихорева, 1,5 км от подпора; 4 – подпор залива р. Вихорева; 5 – 6,5 км от подпора залива р. Вихорева; 6 – 0,5 км вниз по Ангаре от устья залива р. Вихорева; 7 – залив Бурдой; 8 – заливы р. Вихорева – Бурдой (середина); 9 – створ залива р. Вихорева

Санитарно-микробиологические исследования включали определение следующих показателей: общая численность микроорганизмов (ОЧМ), количество сапрофитных (СМ), целлюлозоразрушающих (ЦРМ), сульфатредуцирующих (СРМ) микроорганизмов, количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

ОЧМ определяли на мембранных фильтрах «Millipore» с диаметром пор 0,22 мкм. Фильтры окрашивали эритрозином и подсчитывали ОЧМ под микроскопом с увеличением в 1350 раз (Романенко, Кузнецов, 1974). Количество сапрофитных микроорганизмов определяли на среде РПА:10 (засеянные чашки инкубировали при температуре 18-20 °С 10 сут). Санитарно-гигиеническое состояние вод залива р. Вихорева оценивали по содержанию БГКП. Количество колониеобразующих единиц общих колиформных бактерий (КОЕ ОКБ) определяли методом мембранных фильтров (ГОСТ 24849-81). Пробы воды фильтровали через фильтры № 8 «Владипор» («Владисарт», Россия), которые проращивали при 37 °С на фуксин-сульфатной среде Эндо 24 ч. При наличии на фильтрах колоний, характерных для БГКП, из нескольких колоний каждого типа готовили мазки, окрашивали по Граму, микроскопировали. При наличии в мазках грам-отрицательных, коротких, не образующих спор палочек выполняли оксидазный тест. Оксидазоотрицательные колонии подсчитывали и подтверждали их принадлежность к общим колиформным бактериям посевом двух-трех изолированных колоний каждого типа на полужидкую среду с глюкозой. Посевы инкубировали при 37 °С 24 ч. При образовании кислоты и газа результат считали положительным. Результат выражали в виде коли-индекса (К-И): КОЕ ОКБ в 1 л анализируемой воды.

Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов подсчитывали на агаризо-

ванной среде Гетчинсона. Содержание сульфатредуцирующих бактерий определяли на среде Кравцова-Сорокина (Романенко, Кузнецов, 1974).

### Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что общая численность микроорганизмов в р. Вихорева и прилегающей акватории Усть-Илимского водохранилища колебалась от 0,9 до 6 млн кл/мл в поверхностном слое, оставаясь на уровне 1980-90-х гг. (0,8-4; 1-10,4 млн кл/мл соответственно) (Панасенков, 1984; Виноградова, 1994). В водах р. Вихорева, в заливах р. Вихорева и Бурдой в период исследований ОЧМ была на уровне 2 млн кл/мл. Несколько повышена была численность в створе залива р. Вихорева и на глубине 13 м в 6,5 км от подпора залива р. Вихорева (рис. 2). Повышенная ОЧМ в верхнем озеровидном участке отмечалась и в 1980-90 гг. и была связана с высокой концентрацией органических веществ (Виноградова, 1994).

Количество СМ в водах залива р. Вихорева и прилегающей к заливу акватории Усть-Илимского водохранилища колебалось от 1230 до 10745 на поверхности и от 815 до 4500 КОЕ/мл в придонном горизонте (рис. 3). Наиболее интенсивно разложение органических веществ микроорганизмами в водах р. Вихорева и в ее заливе происходило в поверхностных горизонтах. Только в трех придонных пробах, отобранных в заливе Бурдой и в акватории Усть-Илимского водохранилища, прилегающей к заливу Вихорева, количество СМ было выше, чем в поверхностных. Вероятно, в Усть-Илимском водохранилище происходит седиментация органических веществ, поступающих из р. Вихорева, которые стимулируют активность СМ в придонных горизонтах. Максимальное значение сапрофитных микроорганизмов зафиксировано у

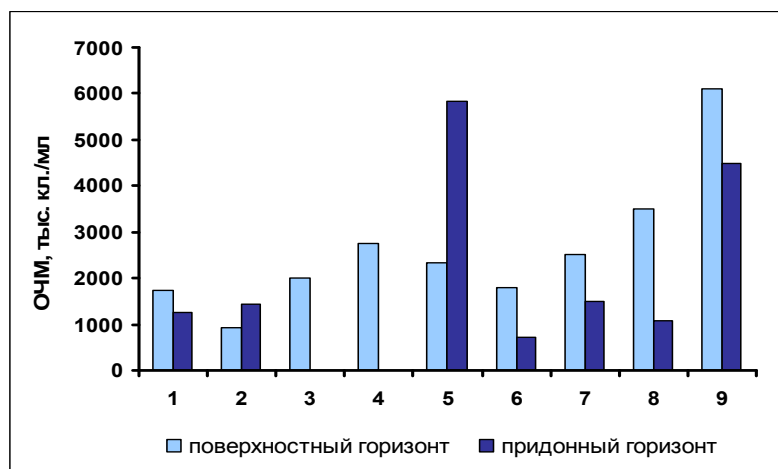


Рис. 2. Общая численность микроорганизмов в заливе р. Вихорева и Усть-Илимском водохранилище в июле 2005 г.: 1-9 – станции отбора проб

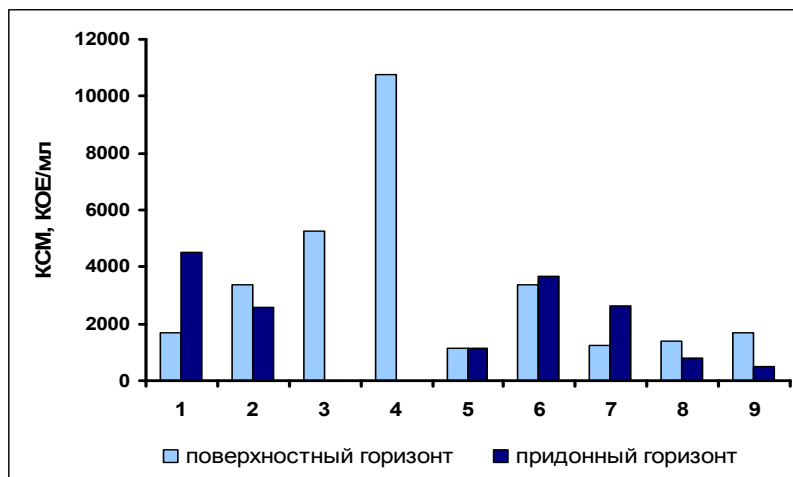


Рис. 3. Количество сапрофитных микроорганизмов в заливе р. Вихорева и Усть-Илимском водохранилище в июле 2005 г.: 1-9 – станции отбора проб

подпора залива р. Вихорева (ст. 4). Этот район характеризовался максимальными значениями содержания белковых веществ (до 2600 мкг/л) и интенсивности их распада (Коробушкина, 1984).

Основным источником загрязнения в исследованном районе является р. Вихорева, куда производится сброс сточных вод Братского ЛПК и хозяйственно-бытовых вод г. Братска. Высокие значения количества СМ,

отмеченные в водах р. Вихорева (5240 КОЕ/мл) и подпора залива р. Вихорева (10700 КОЕ/мл), свидетельствуют о более интенсивных процессах разложения органических веществ в данных районах. При удалении от подпора залива р. Вихорева к створу залива деструкционные процессы ослабевают: на этих участках количество сапрофитов снижается на порядок (1300-1600 КОЕ/мл). Подобная картина распределения СМ на данном участке наблюда-

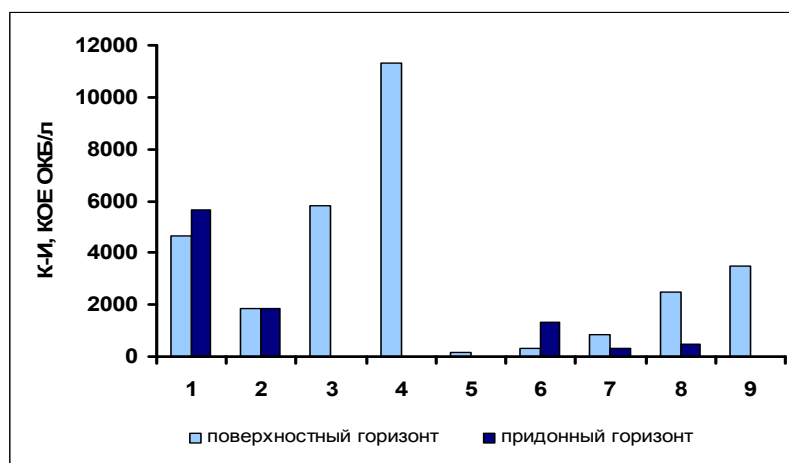


Рис. 4. Коли-индекс в водах залива р. Вихорева и Усть-Илимском водохранилище в июле 2005 г.: 1-9 – станции отбора проб

лась и в 1980-х годах (Панасенков, 1984). Однако по сравнению с 1980-ми гг. численность СМ в заливе уменьшилась на порядок.

Количество БГКП колебалось от 166 до 11333 КОЕ/л в поверхностных и от 0 до 5666 КОЕ/л в придонных горизонтах (рис. 4). Максимальные значения БГКП обнаружены у подпора залива р. Вихорева (11333 КОЕ/л). При удалении от подпора залива количество БГКП уменьшается (в 6,5 км от подпора залива р. Вихорева и в створе залива БГКП отсутствовали), а в водах водохранилища вновь увеличивается. Следует отметить, что в водах залива р. Вихорева содержание БГКП в поверхностных горизонтах было выше, чем в придонных, а в водохранилище наблюдалась противоположная картина: количество БГКП увеличивалось в придонных горизонтах. По-видимому, в водохранилище идет активное перемешивание водных масс, которое приводит к увеличению количества БГКП в придонных горизонтах. Как отмечалось выше, на этих же горизонтах высока численность сапрофитных бактерий, которая свидетельствует о значительном содержании органических веществ.

Содержание ЦРМ в водах р. Вихорева, ее заливе и водах водохранилища составило от 1 до 9 КОЕ/мл. В 1980-х гг. на данном участке количество ЦРМ составляло 8-20 тыс. КОЕ/мл (Виноградова и др., 2004). Уменьшение количества микроорганизмов этой физиологической группы говорит о подавлении процессов разрушения целлюлозы, которое может быть связано с негативным влиянием конечных продуктов распада древесины, фенолов и лигнинов (Панасенкова, 2010).

В исследованных нами акваториях сульфатвосстанавливающие микроорганизмы (СВМ) обнаружены в пяти пробах (середина и створ залива р. Вихорева). По данным, полученным в 1980-е гг., именно на этих станциях была зафиксирована высокая численность микроорганизмов этой группы, так как в этих районах наблюдается максимальное влияние промстоков и недонасыщенность кислородом глубоководных и придонных горизонтов составляет 26-59 % (Виноградова, 1994).

Санитарно-микробиологические показатели вод р. Вихорева и прилегающей акватории Усть-Илимского водохранилища свидетельствуют о повышенной антропогенной

нагрузке на экосистему и об интенсивных процессах самоочищения. Воды залива р. Вихорева, залива Бурдой, прилегающей акватории Усть-Илимского водохранилища по микробиологическим показателям соответствуют требованиям СанПиН 2.1.5-980-00 и могут быть использованы только для рекреационных целей.

### Список литературы

Анчутин В.М., Панасенков Ю.В. (1983) Влияние сточных вод Братского лесопромышленного комплекса на водные микроорганизмы Усть-Илимского водохранилища. В: Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Л., С. 105-112.

Виноградова Т.П. (1985) Основные показатели бактериопланктона Усть-Илимского водохранилища в 80-е годы В: Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. 3. Иркутск, с. 11-12.

Виноградова Т.П. (1994) Микробиологический режим Усть-Илимского водохранилища в процессе его формирования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 25 с.

Виноградова Т.П. (1995) Мониторинг экосистемы Усть-Илимского водохранилища по микробиологическим показателям. Проблемы экологии. Проблемы экологии: Материалы V междунар. конф.: Чтения памяти профессора М.М. Кожова. Новосибирск: ВО Наука, т. 2, с. 248-250.

Виноградова Т.П., Кербер Е.В, Дрюккер В.В., Завезенова Т.В., Максимова Э.А. (2004) Микробиологическое наследие XX века. Ч. 1. Итоги изучения Байкало-Ангаро-Енисейской экосистемы. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 93 с.

ГОСТ 24849-81 Вода питьевая. Полевые методы санитарно-микробиологического анализа.

Коробушкина Е.Д. (1984) К исследованию деятельности микроорганизмов в деструкции органического вещества реки Ангары и ангарских водохранилищ. В: Исследование природных ресурсов озера Байкал и ангарских водохранилищ. Иркутск, с. 63-69.

Панасенков Ю.В. (1982) Гетеротрофная ассимиляция С/СО<sub>2</sub> микроорганизмами р. Вихоревой и Усть-Илимского водохранилища. В: Проблемы экологии Прибайкалья: Тез докл. к Всес. науч. конф. Иркутск, т. 2, с. 52-58.

Панасенков Ю.В. (1983а) Исследование процесса самоочищения сточных вод. В: Проблемы охраны природы: тез. науч.-практ. совещ. Байкальск, с. 13-14.

Панасенков Ю.В. (1983б) Изучение влияния сточных вод Братского ЛПК на естественные микробные ценозы Усть-Илимского водохранилища. В: Водные ресурсы бассейна Байкала и Ангары. Предсказание, рациональное использование и охрана: тез. докл. науч.-практ. совещ. Иркутск, с. 143-145.

Панасенков Ю.В. (1984) Индикация вод Усть-Илимского водохранилища по микробиологическим показателям: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 24 с.

Панасенкова Е.Ю. (2010) Интенсификация биологической очистки сточных вод целлюлозно-бумажных производств (на примере Братского ЛПК): автореф. дис. ... канд. техн. наук, Иркутск, 20 с.

Романенко В.И., Кузнецов С.И. (1974) Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. Л.: Наука, 194 с.

Скрябин А.Г., Воробьева С.С., Бакина М.П., Лосева (Виноградова) Т.П. (1982) Формирование экосистемы Усть-Илимского водохранилища В: Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, вып. 1, с. 34-35.

СанПиН 2.1.5-980-00 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов.

Vinogradova T.P. (1998) Long-term investigation of bacterioplankton of the Ust-Ilimsk reservoir. In: BICER, BDP and DIWPA Joint International Symposium on Lake Baikal, Yokohava, p. 111.

## **Characteristic of Water Ust-ilim Reservoir and Bay of the River Vikhoreva by Microbiological Indicators**

**Inessa V. Glebova<sup>a</sup>,**

**Vyacheslav V. Maximov<sup>b</sup> and Elena V. Schetinina<sup>b</sup>**

*<sup>a</sup> Institute of Geochemistry of A.P.Vinogradov SB RAS,  
1A Favorsky st., Irkutsk, Russia 664033*

*<sup>b</sup> Institute of Biology of Irkutsk State University,  
3 Lenin st., Irkutsk, 664003 Russia*

---

*Ust-Ilim reservoir and the bay of the Vikhoreva River on microbiological parameters were investigated. A comparative analysis of the results obtained with these of 1980-1990 years was carrying out. The total number of microorganisms ranged from 0.9 to 6 million cells/ml, remaining at the level of previous years. The number of saprophytic bacteria decreased in the order. High values of saprophytic bacteria identified in the waters of the Vikhoreva River (5240 CFU/ml) and backwater bay Vikhoreva (10700 CFU/ml). The maximum values of coliforms were found in backwater bay r. Vikhoreva (11333 CFU/l). Number of cellulolytic microorganisms has decreased by three orders of magnitude and amounted to 1-9 CFU/ml. Sulfate-reducing bacteria were found only in the bay of r. Vikhoreva. Water of bay of r. Vikhoreva and adjacent waters of the Ust-Ilim reservoir on the microbiological data comply with SanPiN 2.1.5-980-00 and can be used only for recreational purposes.*

*Keywords: Ust-Ilim reservoir, river Vikhoreva, sanitary and microbiological parameters of water.*

---