

© Мошарова И.В., Ильинский В.В., Ильина О.В., 2018

УДК 614.7

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО САНИТАРНО- МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТ-СИСТЕМ

И.В. Мошарова^{1,2}, В.В. Ильинский¹, О.В. Ильина¹¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Ленинские горы, 1, стр. 12, г. Москва, 119234, Россия²ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» Российской академии наук, Нахимовский проспект, 36, г. Москва, 117997, Россия

В июне 2017 г. проведены санитарно-микробиологические исследования прибрежных поверхностных вод южного участка (от пос. Листвянка до пос. Танхой) озера Байкал. Общая численность бактерий варьировала в широких пределах – от 0,93 млн кл./мл до 2,05 млн кл./мл, при среднем значении $1,41 \pm 0,3$ млн кл./мл. Биомасса бактериопланктона варьировала от 11,05 до 305,00 мг С/м³, при среднем значении 123,34 мг С/м³. Прибрежные воды южного участка озера Байкал в июне 2017 г. преимущественно относились к бета-мезосапробным. Значения общего микробного числа, впервые определенные с помощью тест-систем, составляли менее 1 000 КОЕ/мл и варьировали от 9 до 412 КОЕ/мл. Инновационные тест-системы Петрифилмы представляют большой интерес для оперативных оценок санитарно-микробиологического статуса водоемов непосредственно в полевых условиях.

Ключевые слова: Петрифилмы; общее микробное число; бактериопланктон; озеро Байкал.

I.V. Mosharova, V.V. Il'inskij, O.V. Il'ina □ ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF COASTAL WATERS OF THE SOUTHERN PART OF LAKE BAIKAL ON SANITARY AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS WITH USE OF THE TEST SYSTEMS □ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, 1–12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia; P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, 36 Nahimovskiy pr., Moscow, 117997, Russia.

Sanitary and microbiological researches of a coastal surface water of the southern part of Lake Baikal (from the Listvyanka to the Tanghui) were conducted in June, 2017. Total number of bacteria varied over a wide range – from 0.93 million cells/ml up to 2.05 million cells/ml, with an average 1.41 ± 0.3 million cells/ml. Biomass of bacteria varied from 11.05 to 305.00 mg C/m³, with an average of 123.34 mg C/m³. Coastal waters of the southern site of Lake Baikal mainly had a beta-meso-saprobic status in June, 2017. The total microbial number was determined with the use of the test systems for the first time. The values of the total microbial number were less than 1 000 COU/ml and varied from 9 to 412 COU/ml. Innovative test systems Petrifilm are of great interest for rapid assessments of the sanitary and microbiological status of reservoirs directly in the field conditions.

Key words: Petrifilm; total microbial number; bacterioplankton; Lake Baikal.

Одним из важнейших факторов сохранения здоровья населения является обеспечение его водой, качество которой соответствует современным гигиеническим требованиям (СанПин 2.1.4.1074–01) [11]. Это обусловлено многими причинами, в том числе и ухудшением эколого-санитарного состояния пресноводных водоемов. Озеро Байкал – водоем тектонического происхождения, расположенный в южной части Восточной Сибири. Это крупнейший резервуар пресной воды на нашей планете, его флора и фауна отличаются уникальным разнообразием, причем большая часть видов обитающих здесь животных относится к эндемикам. Антропогенное воздействие на озеро Байкал усиливается с каждым годом, что особенно заметно в его южной части. Это связано не только с высокой плотностью проживающего здесь населения, но и с интенсивным развитием именно в этом районе отечественного и международного туризма [1, 10].

Бактериопланктон – важнейший компонент водных экосистем, осуществляющий процессы деструкции органического вещества, в том числе и антропогенного происхождения. Гетеротрофные бактерии быстро реагируют на все изменения в состоянии окружающей среды. За-

грязнение водоемов, несущих значительную рекреационную нагрузку, создает благоприятные условия не только для увеличения численности гетеротрофных бактерий в целом, но и для развития в составе бактериопланктона их разнообразных патогенных форм. Поэтому при эколого-микробиологических исследованиях необходимо обращать внимание не только на общую численность микроорганизмов, но и на присутствие в составе бактериоценоза санитарно-показательных микроорганизмов – то есть их патогенных и условно-патогенных форм. В связи с этим для контроля экологического и санитарного состояния пресноводных водоемов исторически используются такие микробиологические параметры, как общая численность бактерий (ОЧБ) – показатель, дающий представление об общем количестве микробного населения в водоеме, и общее микробное число (ОМЧ) – показатель, отражающий содержание в воде мезофильных, аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, который косвенно характеризует уровень фекального загрязнения водоема [2, 6]. Традиционные методы определения санитарно-микробиологических параметров в водах пресноводных акваторий питьевого и рекреационного назначения

опираются на существующие государственные стандарты качества питьевой воды, они требуют наличия специально оборудованных для проведения анализов помещений, больших временных затрат и довольно трудоемки в исполнении [2, 6, 14].

Для быстрого и качественного учета санитарно-показательных микроорганизмов сравнительно недавно были разработаны тест-системы Петрифилмы, которые успешно применяются для экспресс-анализа питьевой бутилированной воды [8, 13]. Однако до сих пор практически ничего не известно о возможности применения этих инновационных тест-систем для учета санитарно-показательных микроорганизмов в пресноводных водоемах.

Цель исследования – санитарно-микробиологическое исследование прибрежных вод южного участка оз. Байкал и оценка возможности использования для экспресс-учета санитарно-показательных микроорганизмов тест-системы.

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью внедрения современных полевых методов в практику оценки санитарно-микробиологического статуса природных пресноводных водоемов, в частности оз. Байкал, поскольку рекреационное воздействие на этот водоем, связанное с развитием массового туризма, неуклонно возрастает. Кроме того, население прибрежных населенных пунктов южного побережья оз. Байкал массово использует байкальскую воду для хозяйственных и питьевых нужд, а сами поселки обычно не имеют очистных сооружений.

Материалы и методы. Исследования проводили в июне 2017 г. на 10 прибрежных станциях, расположенных вдоль южной, наиболее населенной, части озера Байкал. Станции отбора проб располагались в прибрежье озера в черте следующих населенных пунктов: пос. Листвянка, пос. Култук, мыс Шаманский, г. Слюдянка, г. Байкальск, пос. Солзан, пос. Утулик, пос. Мурино, пос. Выдрино, пос. Танхой. Станции отбора проб воды во всех случаях располагались как на расстоянии 10 м от береговой линии озера, так и на расстоянии 100 м от берега. Для выхода на станции использовали надувную резиновую лодку. Пробы воды на каждой станции отбирали из поверхностного слоя воды с глубины около 0,5 м с помощью батометра-бутылки, оснащенной стерильной склянкой объемом 250 мл. Пробы воды для определения ОЧБ на месте фиксировали 40 % формалином (до конечной концентрации 4 % по объему). Затем пробы доставляли для анализа в стационарную микробиологическую лабораторию кафедры гидробиологии МГУ имени М.В. Ломоносова. Для учета ОЧБ применяли метод эпифлуоресцентной микроскопии с предварительной окраской бактериальных клеток водным раствором акридинового оранжевого [5, 16]. Просчитывали не менее 20 полей зрения на каждом фильтре, при этом суммарная численность просчитанных клеток составляла не менее 300. Определения ОМЧ проводили в «живых», не фиксированных формалином, пробах воды. Для анализа использовали тест-системы [8, 13]. На подложку тест-системы, предназначенной для учета гетеротрофных микроорганизмов, наносили стерильной пипеткой по каплям 1 мл исследуемой пробы воды. Затем посеы инкубировали в течение 48 часов, после

чего учитывали количество образовавшихся колоний. Для расчета стандартных отклонений использовали программу *Statistica 6.0*.

Результаты исследования. Результаты исследований, проведенных в июне 2017 г., показали, что в пробах воды, отобранных вдоль южного побережья оз. Байкал, ОЧБ варьировала в широких пределах – от 0,93 млн кл./мл до 2,05 млн кл./мл, при среднем значении $1,41 \pm 0,3$ млн кл./мл (табл.). В целом более высокие значения ОЧБ были характерны для станций, расположенных на расстоянии 10 м от береговой линии, – среднее значение ОЧБ для них составило $1,48 \pm 0,3$ млн кл./мл, при размахе варьирования от 1,02 до 2,05 млн кл./мл. Численность бактериопланктона на станциях, расположенных на расстоянии 100 м от берега, оказалась несколько ниже, чем на станциях, находившихся в 10 м от него, и в среднем составила $1,32 \pm 0,30$ млн кл./мл, при варьировании от 0,93 до 1,79 млн кл./мл (табл.).

Максимальное значение ОЧБ для всех исследованных станций составило 2,05 млн кл./мл и было обнаружено вблизи берега озера в районе поселка Листвянка. Высокие значения ОЧБ также были обнаружены на станциях оз. Байкал, расположенных в черте города Байкальска, – среднее для них значение ОЧБ составило 1,88 млн кл./мл, а также на станциях около близлежащих к г. Байкальску населенных пунктов – в поселке Солзан и около мыса Шаманка (в среднем 1,52 и 1,55 млн кл./мл соответственно) (рис.). Наиболее низкие значения численности бактериопланктона выявлены на обеих станциях около пос. Танхой (табл.), а среднее значение ОЧБ для них составило 0,98 млн кл./мл (рис.).

Биомасса бактериопланктона в прибрежных водах южного участка оз. Байкал значительно варьировала – от 11,05 до 305,0 мг С/м³ (табл.), при среднем для всех станций значении 123,34 мг С/м³. Более высокие значения биомассы бактерий, также как и ОЧБ, были определены в пробах воды со станций, расположенных на расстоянии 10 м от береговой линии, по сравнению с таковыми, удаленными от берега на 100 м. Среднее значение биомассы бактерий для всех станций, расположенных в 10 м от берега, составило 148,84 мг С/м³, при размахе варьирования этого параметра от 11,93 до 305,0 мг С/м³. Биомасса бактерий в водах станций, расположенных на расстоянии 100 м от берега, оказалась значительно ниже – в среднем она составила 95,01 мг С/м³, при варьировании от 11,05 до 180,99 мг С/м³.

Наиболее высокие значения биомассы бактерий были обнаружены в пробах воды с обеих станций, расположенных в черте г. Байкальска, среднее для них значение этого параметра составило 243,0 мг С/м³. Высокие значения биомассы бактериопланктона были определены также на удаленной на 10 м от берега станции возле пос. Листвянка – 189,3 мг С/м³ и на обеих станциях около мыса Шаманский – среднее для них значение биомассы составило 176,06 мг С/м³. Наиболее низкие значения биомассы микроорганизмов были определены на станциях около пос. Танхой – среднее для них значение этого параметра составило всего 11,49 мг С/м³.

Значения ОМЧ на исследованных станциях в южной части оз. Байкал варьировали от 9 до 412 КОЕ/мл (табл.), и в среднем составили

145,1 КОЕ/мл (рис.). Наиболее высокие значения ОМЧ были определены в водах станций, находящихся на расстоянии 10 м от берега, среднее значение этого параметра для них составило 193 КОЕ/мл (при варьировании в широких пределах – от 26 до 412 КОЕ/мл). В водах станций, расположенных на расстоянии 100 м от берега, значения ОМЧ оказались почти в 2 раза ниже, чем в водах прибрежных станций, в среднем они

составили 92 КОЕ/мл, при варьировании от 9 до 176 КОЕ/мл. Наиболее высокие средние значения ОМЧ были обнаружены для станций, расположенных в 10 м от берега Байкала около пос. Листвянка – 412 КОЕ/мл и пос. Култук – 265 КОЕ/мл, а также в черте г. Байкальска – 188 КОЕ/мл (рис.). Минимальное значение этого параметра было обнаружено в пробе воды с удаленной от берега станции около пос. Танхой – всего 9 КОЕ/мл (рис.).

Таблица. Значения санитарно-микробиологических показателей для проб воды, взятых на станциях в 10 и 100 м от берега Байкала на его южном участке – от поселка Листвянка до поселка Танхой в июне 2017 г.

Table. Values of sanitary and microbiological parameters for water samples taken at stations 10 and 100 m from the shore of lake Baikal in its southern section – from Listvyanka to Tankhoy in June 2017

Станции отбора проб	Общая численность бактерий, млн кл./мл	Биомасса бактериопланктона, мгС/м ³	Общее микробное число, КОЕ/мл
<i>10 м от прибрежной линии оз. Байкал</i>			
поселок Листвянка	2.05	189.30	412
город Слюдянка	1.53	194.00	154
поселок Култук	1.40	112.61	364
поселок Утулик	1.23	73.38	207
мыс Шаманский	1.58	203.62	160
город Байкальск	1.97	305.00	240
поселок Солзан	1.27	65.01	126
поселок Мурино	1.48	136.77	166
поселок Выдрино	1.32	196.75	76
поселок Танхой	1.02	11.93	26
<i>100 м от прибрежной линии оз. Байкал</i>			
поселок Листвянка	нет данных	нет данных	нет данных
город Слюдянка	1.14	59.77	47
поселок Култук	1.26	158.00	166
поселок Утулик	1.14	11.65	120
мыс Шаманский	1.51	148.49	176
город Байкальск	1.79	180.99	136
поселок Солзан	1.77	92.32	61
поселок Мурино	1.14	59.77	42
поселок Выдрино	1.21	133.06	69
поселок Танхой	0.93	11.05	9

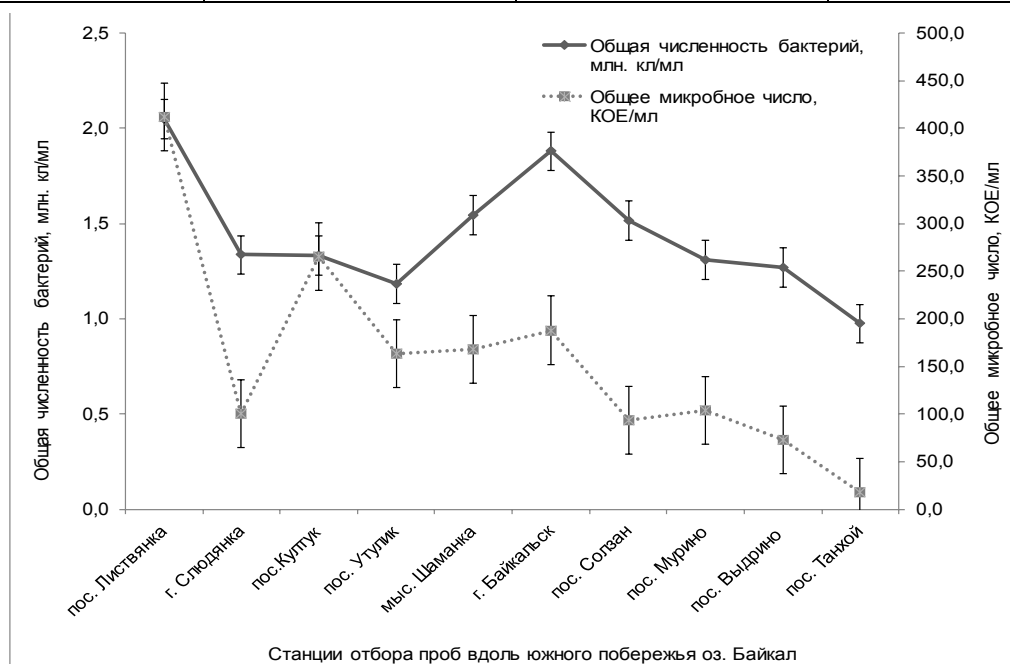


Рис. Средние значения общей численности бактерий и общего микробного числа для проб воды, взятых на станциях в прибрежных водах южной части озера Байкал на участке от пос. Листвянка до пос. Танхой в июне 2017 г.

Fig. The average values of the total number of bacteria and the total microbial number for water samples taken at the stations in the coastal waters of the southern part of lake Baikal in the area from Listvyanka to Tankhoy in June 2017

Таким образом, проведенные исследования показали, что наибольшие значения численности и биомассы бактериопланктона практически вдоль всего обследованного участка южного побережья оз. Байкал наблюдались в пробах воды со станций, находящихся на расстоянии 10 м от прибрежной линии. В водах станций, расположенных на расстоянии 100 м от береговой линии, как численность, так и биомасса бактериопланктона оказались ниже. Наиболее высокие значения всех исследованных микробиологических параметров были установлены для проб воды, взятых на станциях озера, расположенных вблизи густонаселенных и популярных для туризма мест. К их числу относятся станции вблизи пос. Листвянка и г. Байкальск, а также его окрестностей около мыса Шаманский. Минимальные значения этих показателей были определены в пробах воды со станций, расположенных в черте пос. Танхой. Согласно ГОСТ 17.1.2.04–77 [12], по средним величинам ОЧБ прибрежные воды обследованного южного участка оз. Байкал от пос. Листвянка до пос. Танхой в июне 2017 г., за исключением станции в пос. Танхой, могут быть охарактеризованы как бета-мезосапробные. Прибрежные воды в районе пос. Танхой можно характеризовать как олигосапробные.

Традиционно оз. Байкал считают олиготрофным или даже суперолиготрофным водоемом [10], однако полученные летом 2017 г. для прибрежных вод Байкала значения общей численности бактерий (0,93–2,05 млн кл./мл) соответствуют в основном уже только бета-мезосапробному статусу.

Согласно СанПиН 2.1.5.980–00, значения ОМЧ для чистых открытых пресных водоемов варьируют в пределах 1 000–1 500 КОЕ/мл [2, 3]. Прибрежные воды оз. Байкал в июне 2017 г. по уровню развития гетеротрофных (условно-патогенных) бактерий относятся к чистым, поскольку величины ОМЧ для них составляют менее 1 000 КОЕ/мл. Однако обращает на себя внимание значительный размах колебаний значений этого параметра – от 9 до 412 КОЕ/мл – в пробах воды, взятых на южном участке озера, а также сравнительно высокие значения ОМЧ – 364 КОЕ/мл при невысоких в целом величинах ОЧБ на станции в 10 м от берега вблизи малонаселенного пос. Култук. Интересно отметить, что гораздо ранее наших исследований, в 2008 г., именно в районе пос. Култук и в районе г. Байкальск были выделены антибиотикоустойчивые штаммы рода *Enterococcus* [10]. По свидетельству очевидцев, именно в районе пос. Култук бываю́т расположены места стоянок «дикаго» неорганизованного туризма. По-видимому, это и послужило причиной обнаружения здесь значительных количеств условно-патогенных и патогенных форм бактериопланктона.

Анализ литературных источников [1, 4, 7, 9, 10, 15] показал, что величины ОЧБ в прибрежных водах оз. Байкал обычно варьируют в широких пределах – от 0,039 до 2,9 млн кл./мл, причем максимальные значения ОЧБ наблюдаются в пробах, отобранных у уреза воды в местах отдыха населения [4]. По данным за последние годы, ОЧБ в поверхностном слое (0–50 м) оз. Байкал составляет 0,2–2,2 млн кл./мл [9, 15],

что вполне согласуется с результатами наших исследований. Что касается численности культивируемых мезофильных гетеротрофных бактерий, т. е. ОМЧ, то, по данным О.С. Кравченко [7], полученным методом посева на культуральные среды в период с мая по июнь в 2013–2016 гг., средние значения этого показателя варьировали от 59 до 445 КОЕ/мл в поверхностном слое воды над южной котловиной оз. Байкал, что также не противоречит нашим результатам, полученным с помощью тест-систем. Обнаруженные нами повышенные значения микробиологических параметров в водах озера в пос. Листвянка, г. Байкальск и его окрестностей (мыс Шаманский) наблюдались ранее и другими авторами [1, 10]. Это связано с тем, что в этих густонаселенных пунктах весьма развита инфраструктура массового туризма: на побережье озера находится множество гостиниц, торговых точек и автостоянок, и при этом система очистки их сточных вод не всегда работает достаточно эффективно.

Заключение. Значительная антропогенная нагрузка на прибрежные районы южной части озера создает благоприятные условия для развития патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

Проведенные исследования позволяют нам сделать вывод о том, что инновационные тест-системы Петрифилмы [8, 13], изначально предназначенные для количественного определения мезотрофных гетеротрофных микроорганизмов (ОМЧ) в бутилированной воде, позволяют оперативно оценить этот микробиологический параметр также и в пресных водоемах, причем из-за простоты метода это оказалось возможно сделать даже непосредственно в полевых условиях. Очевидно, что подобное применение Петрифилмов представляет большой интерес не только для контроля качества бутилированной воды, но и для оценки санитарно-микробиологического состояния пресных водоемов.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Физиологическая экология микроорганизмов водных экосистем», № АААА-А16-116021660041-4 и при поддержке гранта № 60-184 Фонда Глобал Грингрантс / Global Greengrants Fund (Оценка санитарных параметров с помощью тест-систем Петрифилмы). Результаты исследований численности бактериопланктона получены в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2018-0009).

ЛИТЕРАТУРА (п. 16 см. References)

1. **Верхожина Е.В., Верхожина В.А., Савилов Е.Д.** Антибиотикоустойчивость микробного сообщества экосистемы озера Байкал в районе пос. Листвянка, г. Слюдянки и г. Байкальск // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. № 3 (97). С. 62–65.
2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980–00: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stop-dezavid.ru/wp-content/uploads/2016/10/SanPiN-2-1-5-980-00.pdf> (дата обращения: 17.08.2018).
3. **Гончарук Е.И.** Коммунальная гигиена. Киев: Здоровье, 2006. 792 с.
4. **Дагурова О.П., Гаранкина В.П., Зайцева С.В.** Оценка гидрохимических и микробиологических показателей воды прибрежной зоны озера Байкал // Вестник бурятского государственного университета. 2014. № 3. С. 83–86.
5. **Ильинский В.В.** Гетеротрофный бактериопланктон // Практическая гидробиология: учебник для студ.

- биол. спец. университетов / Под ред. Федорова В.Д. и Капкова В.И. М.: ПИМ, 2006. С. 331–365.
6. **Кондакова Г.В.** Санитарная микробиология: текст лекций. Ярославль: ЯрГУ, 2005. 84 с.
7. **Кравченко О.С.** Бактерии рода *Enterococcus* в озере Байкал: распределение, видовой состав, механизм адаптации: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2009. 19 с.
8. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов: МУК 4.2.2884–11 (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29.06.2011). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 23 с.
9. **Парфенова В.В., Шимараев М.Н., Косторнова Т.Я.** О вертикальном распределении микроорганизмов в озере Байкал в период весеннего обновления глубинных вод // Микробиология. 2000. Т. 69. № 3. С. 433–440.
10. **Парфенова В.В., Кравченко О.С., Павлова О.Н.** Распределение и антибиотикорезистентность бактерий рода *ENTEROCOCCUS*, изолированных из воды озера Байкал // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 3. С. 78–81.
11. Питьевая вода. Гигиенические требования: СанПин 2.1.4.1074–01: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ross-water.com/files/sanpin/file-2.pdf?1242648352>. (дата обращения: 17.08.2018).
12. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов: ГОСТ 17.1.2.04–77: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gostexpert.ru/data/files/17.1.2.04-77/9c1fe4eac3ade7cf16f3ffe00135ceac.pdf> (дата обращения: 17.08.2018).
13. **Соколов Д.М., Нечаев Д.Н.** Петрифильмы – инновационные тест-системы для микробиологического контроля питьевой воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 5. С. 38–42.13.
14. **Тымчук С.Н., Ларин В.Е., Соколов Д.М. и др.** Основные принципы санитарно-микробиологической оценки воды, предназначенной для потребления человеком: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://osnovnye_printsipy_sanitarno-mikrobiologicheskoy_otsenki_vodi-1.pdf14. (дата обращения: 09.08.2018).
15. **Шимараев М.Н., Парфенова В.В., Косторнова Т.Я. и др.** Процессы обмена и распределение микроорганизмов в глубинной зоне озера Байкал // Доклады академии наук. 2000. Т. 372. № 1. С. 138–141.
6. **Kondakova G.V.** Sanitarnaya mikrobiologiya: tekst lektsiy [Sanitary microbiology: text of lectures]. Yaroslavl': YArGU Publ., 2005, 84 p. (In Russ.)
7. **Kravchenko O.S.** Bakterii roda *Enterococcus* v ozere Bajkal: raspredelenie, vidovoy sostav, mekhanizm adaptatsii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Bacteria of *Enterococcus* genus in lake Байкал: distribution, species composition, adaptation mechanism: summary of the thesis ... of PhD in Biology]. Ulan-Ude, 2009, 19 p. (In Russ.)
8. Metody mikrobiologicheskogo kontrolya objektov okruzhayushchej sredy i pishhevyykh produktov s ispol'zovaniem petrifil'mov: MUK 4.2.2884–11 (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federatsii 29.06.2011) [Methods of microbiological control of environmental objects and food products using petrifilms: MUK 4.2.2884–11 (app. Chief state sanitary doctor of the Russian Federation 29.06.2011)]. Moscow: Federal'nyj tsentr gigeny i epidemiologii Rosпотреbnadzora Publ., 2011, 23 p. (In Russ.)
9. **Parfenova V.V., Shimaraev M.N., Kostornova T.Ya.** O vertikal'nom raspredelenii mikroorganizmov v ozere Bajkal v period vesennego obnovleniya glubinykh vod [On the vertical distribution of microorganisms in lake Байкал during the spring update of deep waters]. *Mikrobiologiya*, 2000, vol. 69, no. 3, pp. 433–440. (In Russ.)
10. **Parfenova V.V., Kravchenko O.S., Pavlova O.N.** Raspredelenie i antibiotikorezistentnost' bakterij roda *ENTEROCOCCUS*, izolirovannykh iz vody ozera Bajkal [Distribution and antibiotic resistance of bacteria of the genus *ENTEROCOCCUS* isolated from water of lake Байкал]. *Sibirskij meditsinskij zhurnal*, 2008, no. 3, pp. 78–81. (In Russ.)
11. **Pit'evaya voda. Gigenicheskie trebovaniya: SanPin 2.1.4.1074–01** [Drinking water. Hygienic requirements: SanPin 2.1.4.1074–01]. Available at: <http://ross-water.com/files/sanpin/file-2.pdf?1242648352>. (accessed 17.08.2018). (In Russ.)
12. **Pokazатели sostoyaniya i pravila taksatsii rybokhozaystvennykh vodnykh objektov: GOST 17.1.2.04–77** [Indicators of status and rules of taxation of fishery water bodies: GOST 17.1.2.04–77]. Available at: <http://gostexpert.ru/data/files/17.1.2.04-77/9c1fe4eac3ade7cf16f3ffe00135ceac.pdf> (accessed: 17.08.2018). (In Russ.)
13. **Sokolov D.M., Nechaev D.N.** Petrifil'my – innovatsionnye test-sistemy dlya mikrobiologicheskogo kontrolya pit'evoy vody [Petrifilms-innovative test systems for microbiological control of drinking water]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*, 2013, no. 5, pp. 38–42.13. (In Russ.)

REFERENCES

1. Verkhozina E.V., Verkhozina V.A., Savilov E.D. Antibiotikoustojchivost' mikrobnogo soobshhestva ekosistemy ozero Bajkal v rajone pos. Listvyanka, g. Slyudyanki i g. Bajkalsk [Antibiotic resistance of the microbial community of lake Baikal ecosystem in the area of Listvyanka, Slyudyanka and Baikalsk]. *Byulleten' VSNIS SO RAMN*, 2014, no. 3 (97), pp. 62–65. (In Russ.)
2. Gigenicheskie trebovaniya k okhrane poverkhnostnykh vod: SanPiN 2.1.5.980–00 [Hygienic requirements for surface water protection: SanPiN 2.1.5.980–00]. Available at: <http://stop-dezavid.ru/wp-content/uploads/2016/10/SanPiN-2-1-5-980-00.pdf> (accessed 17.08.2018). (In Russ.)
3. Goncharuk E.I. Kommunal'naya gigiena [Communal hygiene]. Kiev: Zdorov'e Publ., 2006, 792 p. (In Russ.)
4. Dagurova O.P., Garankina V.P., Zaitseva S.V. Otsenka gidrokhimicheskikh i mikrobiologicheskikh pokazatelej vody pribrezhnoj zony ozero Bajkal [Assessment of hydrochemical and microbiological parameters of water in the coastal zone of lake Baikal]. *Vestnik buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 3, pp. 83–86. (In Russ.)
5. Il'inskij V.V. Geterotrofnij bakterioplankton [Heterotrophic bacterioplankton]. Prakticheskaya gidrobiologiya: uchebnik dlya stud. biol. spets. Universitetov. Edited by Fedorov V.D. and Kapkov V.I. Moscow: PIM Publ., 2006, pp. 331–365. (In Russ.)

- prednaznachennoj dlya potrebleniya chelovekom [Basic principles of sanitary and microbiological assessment of water intended for human consumption]. Available at: http://osnovnie_printsipy_sanitarno-mikrobiologicheskoy_otsenki_vodi-1.pdf14. (accessed 09.08.2018). (In Russ.)
15. Shimaraev M.N., Parfenova V.V., Kostornova T.YA. et al. Protsessy obmena i raspredelenie mikroorganizmov v glubinnoj zone ozera Bajkal [Processes of exchange and distribution of microorganisms in the deep zone of lake Baikal]. *Doklady akademii nauk*, 2000, vol. 372, no. 1, pp. 138–141. (In Russ.)
16. Sherr B., Sherr E., del Giorgio P. Enumeration of total and highly active bacteria / *Methods in Microbiology / Marine Microbiology* V. 30 / Ed. John H. Paul, Academic Press. 2001. P. 129–160.

Контактная информация:

Мошарова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры гидробиологии МГУ имени М.В. Ломоносова
e-mail: iympost@mail.ru

Contact information:

Mosharova Irina, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher Fellow at the Hydrobiology Department, Lomonosov Moscow State University,
e-mail: ivmpost@mail.ru

