



Серия «Биология. Экология»  
2016. Т. 17. С. 51–62  
Онлайн-доступ к журналу:  
<http://isu.ru/izvestia>

---

---

ИЗВЕСТИЯ  
*Иркутского  
государственного  
университета*

---

---

УДК 579.68:579.63(282.256.341)

## **Мониторинг санитарно-микробиологического состояния пелагиали озера Байкал и устьев впадающих в него крупных рек с 2010 по 2015 г.**

Ю. Р. Штыкова, М. Ю. Сулова, Т. Я. Косторнова, Е. В. Суханова,  
О. С. Пестунова, А. С. Горшкова, А. Д. Галачьянц, **В. В. Парфенова**

*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск*  
E-mail: [tulupova@lin.irk.ru](mailto:tulupova@lin.irk.ru)

**Аннотация.** С использованием методов санитарно-микробиологического анализа воды поверхностных источников водопользования проведена оценка санитарного состояния акватории озера Байкал и устьев его крупных притоков в период с 2010 по 2015 г. Неблагополучным в санитарно-эпидемиологическом аспекте являлся летний сезон 2011 г., когда превышение нормативов санитарно-микробиологических показателей наблюдали по всей пелагиали озера и в устьях большинства исследованных рек. Весной 2011 и 2012 гг. и летом 2015 г. отмечено неблагоприятное санитарное состояние речных вод. В 2010, 2013, 2014 гг. и весной 2015 г. значения санитарно-микробиологических показателей соответствовали требованиям нормативных документов РФ.

**Ключевые слова:** мониторинг, санитарно-показательные микроорганизмы, колиформные бактерии, энтерококки, озеро Байкал.

### ***Введение***

Озеро Байкал – крупнейший резервуар чистой воды (23 тыс. куб. км), общий объём которой составляет 20 % объёма всех пресных вод озёр и рек нашей планеты [1]. Известно, что в последнее время происходит рост негативных воздействий на экосистему озера, связанных со сбросом некачественно очищенных сточных вод из находящихся на побережье населённых пунктов, увеличением рекреационной нагрузки, ростом числа судов [10; 14; 17; 21]. Существенными источниками загрязнения являются крупные населённые пункты, расположенные непосредственно на берегу Байкала, в которых осуществляется промышленная и сельскохозяйственная деятельность: города – Северобайкальск, Бабушкин, Байкальск, Слюдянка; посёлки – Нижнеангарск, Горячинск, Култук. Потенциальную опасность в качестве источника загрязнения Байкала также представляет р. Селенга, на которой расположена столица Республики Бурятия – г. Улан-Удэ с населением 370 тыс. человек [7].

В Российской Федерации соответствие качества поверхностных водных источников санитарным нормам регламентируется санитарными правилами СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана

водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод», которые «...имеют целью обеспечить предотвращение и устранение загрязнения поверхностных вод, которое может привести к нарушению здоровья населения, развитию массовых инфекционных, паразитарных и неинфекционных заболеваний, а также к ухудшению условий водопользования населения...». Водные объекты подразделяют на две категории. К I категории водопользования относятся водные объекты или их участки, используемые в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования и водоснабжения предприятий пищевой промышленности. Ко II категории водопользования относятся водные объекты или их участки, используемые в рекреационных целях. Требования к качеству воды, установленные для II категории водопользования, распространяются в том числе на все участки водных объектов, находящиеся в черте населённых пунктов [18]. Воды Байкала используются во всех упомянутых целях и поэтому являются объектом I и II категорий водопользования.

Санитарно-микробиологическая оценка качества воды подразумевает определение совокупности санитарных показателей – критериев, отражающих соответствие или несоответствие санитарного состояния исследуемого водного объекта требованиям нормативных документов. В РФ основными нормируемыми показателями, используемыми при оценке санитарно-микробиологического состояния водоёма, являются отражающий качество водоподготовки индикаторный показатель ОКБ (общие колиформные бактерии), а также индексные показатели: ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии) и колифаги, отражающие степень фекального загрязнения [13; 18; 19]. Нормируемые уровни ОКБ для водных объектов I и II категории водопользования не должны превышать 1 000 КОЕ (колониеобразующих единиц) и 500 КОЕ в 100 мл соответственно. Нормативным значением для показателя ТКБ является 100 КОЕ в 100 мл, а для колифагов – 10 БОЕ (бляшкообразующих единиц) в 100 мл для водных объектов обеих категорий водопользования (табл. 1). Уровни значений ОКБ и ТКБ в водоёмах, загрязняемых сточными водами, близки. По мере удаления от источника загрязнения и воздействия факторов самоочищения различия в численности этих групп индикаторов возрастают [13; 18].

Таблица 1

Нормативные значения санитарно-микробиологических показателей в поверхностных водах согласно СанПиН 2.1.5.980-00 и МУК 4.2.1884-04

Категории водопользования	Показатели				
	ОКБ, КОЕ/100 мл	ТКБ, КОЕ/100 мл	Колифаги, БОЕ/100 мл	Энтерококки, КОЕ/100 мл	КС
I категория	Не более 1 000	Не более 100	Не более 10	Не более 50	Не более 4
II категория	Не более 500	Не более 100	Не более 10	Не более 50	Не более 4

Примечание: КС – коэффициент самоочищения.

Дополнительную информацию о санитарном состоянии водоёма, источниках загрязнения и процессах самоочищения позволяют получить показатели численности энтерококков (бактерий рода *Enterococcus*) и ОМЧ (общее микробное число). При числе энтерококков в поверхностных водах свыше 50 КОЕ в 100 мл предполагается поступление свежего фекального загрязнения и потенциальная эпидемиологическая опасность [13] (см. табл. 1). Показатель ОМЧ – количественный показатель, отражающий общее содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды. Соотношение значений показателя ОМЧ, определённых при температурах 22 и 37 °С – коэффициент самоочищения (КС), с помощью которого можно оценить активность и состояние процессов самоочищения природных водоёмов. Количество ОМЧ при 37 °С позволяет оценить количество аллохтонной микрофлоры (внесённой в водоём в результате антропогенного загрязнения), а количество ОМЧ при 22 °С – автохтонной микрофлоры (типичной для конкретной экосистемы). Эта разница более выражена при завершении процесса самоочищения (КС равен 4 и выше) (см. табл. 1). В местах загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами численные значения обеих групп близки [13].

Санитарно-микробиологические исследования байкальской воды проводили ещё в 70-е и 80-е гг. XX в. [4; 9]. Однако в то время они были единичны и относились лишь к ограниченным участкам озера. Оценка качества вод Байкала по всей акватории была проведена в 1991 г [15]. Позже были опубликованы результаты санитарно-микробиологических исследований в основном вод Южного Байкала, а также проводились исследования распространённости и разнообразия колиформных бактерий и энтерококков в озере [2; 8; 11; 12; 20; 23].

Регулярный мониторинг количества санитарно-показательных бактерий позволит определить сезонную и многолетнюю динамику их численности, выявить источники фекального загрязнения, оценить санитарное состояние водоёма и интенсивность процессов самоочищения в водах Байкала.

Цель данного исследования – оценка качества поверхностных вод пелагиали оз. Байкал и устьев, впадающих в него крупных рек по санитарно-микробиологическим показателям в период с 2010 по 2015 г.

### ***Материалы и методы***

Мониторинг санитарно-микробиологических показателей вод Байкала проводили ежегодно с 2010 по 2015 г. в начале июня после таяния льда в период весенней гомотермии, и в 2010, 2011, 2013, 2015 гг. в летне-осенний период.

Пробы поверхностных вод отбирали на 24 озёрных и 12 речных станциях (рис.) в стерильные пластиковые и стеклянные ёмкости в объёме 500 мл. Микробиологический анализ проводили непосредственно после пробоотбора в соответствии с ГОСТ 31861-2012 и ГОСТ 24849-81 в лабораториях НИС «В. А. Коптюг» и «Г. Ю. Верещагин» [5; 6].

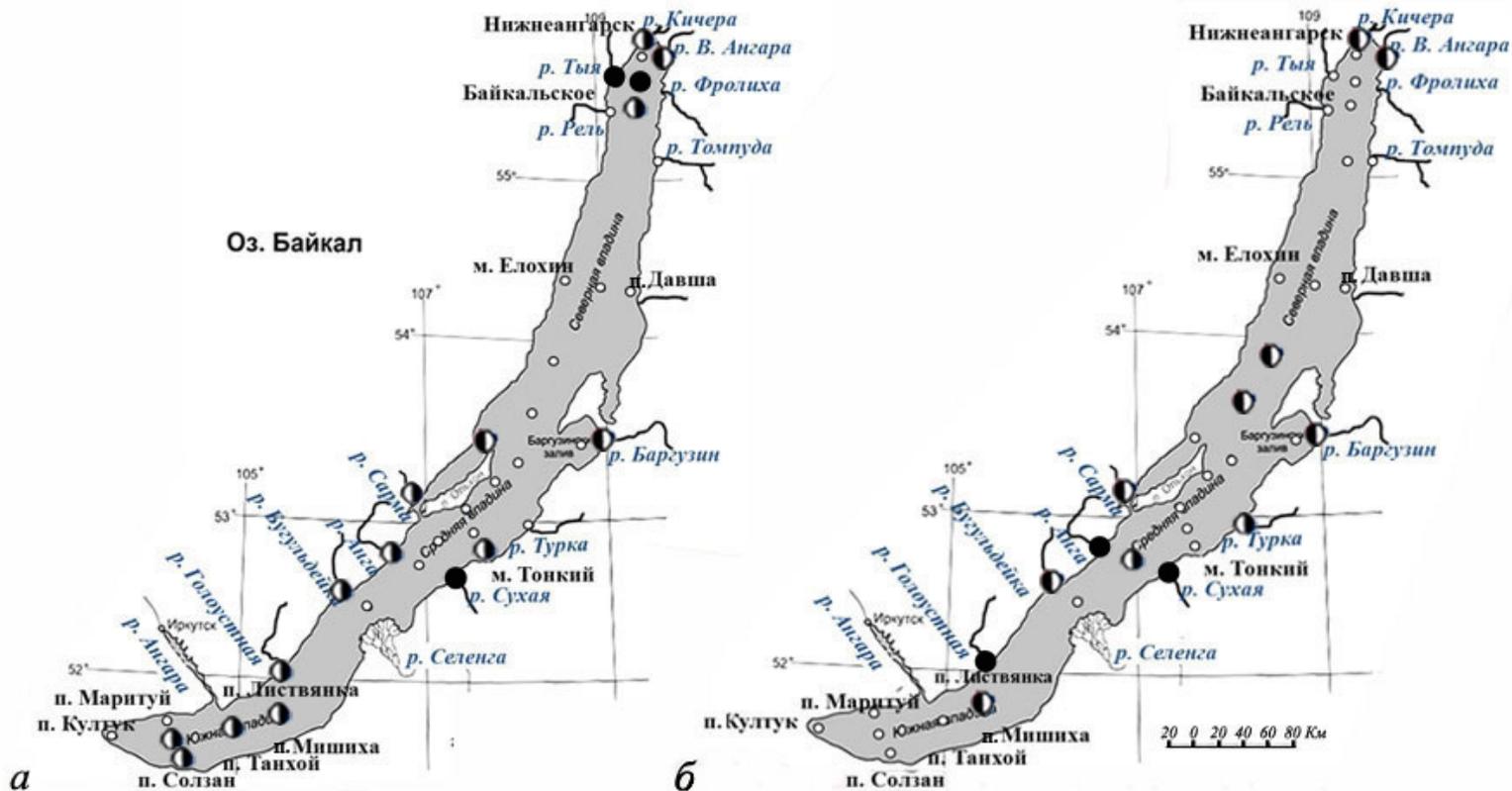


Рис. Распределение ОКБ, ТКБ и энтерококков в поверхностных водах озера Байкал и его притоках: а – ∩ июнь и ∩ август 2011 г., б – ∩ июнь 2012 г. и ∩ август 2015 г. Белая заливка – значения санитарно-микробиологических показателей не превышают норматив, черная заливка – значения показателей превышают норматив

Качество вод в озере оценивали по санитарно-микробиологическим показателям: ОКБ, ТКБ, энтерококки и коэффициент самоочищения, руководствуясь МУК 4.2.1884-04 и СанПиН 2.1.5.980-00 [13; 18].

### *Результаты и обсуждение*

Проведённые исследования показали, что в пелагиали оз. Байкал и в устьях впадающих в него рек ОКБ, ТКБ и энтерококки регистрировали ежегодно с 2011 по 2015 г. Можно отметить, что в 2010, 2013 и 2014 гг. в исследованных озёрных и речных пробах значения показателей не превышали нормативы, и коэффициент самоочищения был высоким. В 2011, 2012 и 2015 гг. в пробах некоторых станций санитарно-микробиологические показатели превышали нормативные значения.

Так, в июне 2011 г. превышение нормативов отмечено в пробах воды, отобранных в средней и северной котловинах озера: на станциях м. Арул – м. Хобой (ОКБ 1000 КОЕ/100 мл), р. Тья – м. Немнянка (ОКБ 100 КОЕ/100 мл) и в устьях рек Верх. Ангара (ОКБ 1400 КОЕ/100 мл), Тья (ОКБ 610 КОЕ/100 мл), Баргузин (ОКБ 1460 КОЕ/100 мл) и Сухая (энтерококки 64 КОЕ/100 мл) (табл. 2). В пробах озёрной воды с превышением норматива ОКБ значение коэффициента самоочищения было достаточно высоким ( $45,0 \pm 23,0$ ), ТКБ не детектировали. В притоках средней котловины озера ТКБ обнаружены единично, коэффициент самоочищения был очень низким и составил в среднем  $2,4 \pm 1,2$ , а в реках Анга и Сухая выявлены одинаковые показатели ОКБ и ТКБ, что говорит об их загрязнении хозяйственно-бытовыми сточными водами (см. табл. 2, рис.).

В 2011 г. в августе высокие значения ОКБ зафиксированы на станциях разрезов пос. Маритуй – р. Солзан (1 000–1 200 КОЕ/100 мл), пос. Листвянка – пос. Танхой (648 КОЕ/100 мл), м. Кадильный – пос. Мишиха (516 КОЕ/100 мл), 3 км от м. Тонкий (608 КОЕ/100 мл), с. Байкальское – м. Турали (1 308 КОЕ/100 мл) и р. Тья – м. Немнянка (1 200 КОЕ/100 мл). В данных пробах выявили в единичных количествах ТКБ и энтерококки, коэффициент самоочищения оказался низким (в среднем  $2,7 \pm 1,5$ ), что указывает на высокую антропогенную нагрузку и низкую интенсивность самоочищения на данных участках озера. В большинстве проб из рек обнаружено превышение нормативных значений определяемых показателей: реки – Голоустная (энтерококки 60 КОЕ/100 мл), Бугульдейка (ОКБ 640 КОЕ/100 мл, КС = 1,9), Сухая (энтерококки 64 КОЕ/100 мл), Анга (ОКБ 640 КОЕ/100 мл, энтерококки 320 КОЕ/100 мл, КС = 2,4), Кичера (ОКБ 1 040 КОЕ/100 мл, энтерококки 100 КОЕ/100 мл, КС = 1,6), Тья (ОКБ 736 КОЕ/100 мл, энтерококки 100 КОЕ/100 мл) (см. табл. 2). Таким образом, в августе превышение нормативных значений санитарно-микробиологических показателей наблюдали в пробах озёрных и речных вод по всей акватории Байкала (см. рис.). Следовательно, в летний период санитарное состояние притоков и поверхностных вод пелагиали озера ухудшилось по сравнению с весенним.

Таблица 2

Значения санитарно-микробиологических показателей в пробах поверхностной воды в 2011, 2012 и 2015 гг., КОЕ/100 мл

Котло- вина	Станция	Июнь 2011 г.				Август 2011 г.				Июнь 2012 г.				Август 2015 г.			
		ОКБ	ТКБ	ЭК	КС	ОКБ	ТКБ	ЭК	КС	ОКБ	ТКБ	ЭК	КС	ОКБ	ТКБ	ЭК	КС
Северная	ЦС м. Покойники – Ушканьи острова	143	0	0	2,6	180	12	0	3,0	33	0	0	4,7	<b>576</b>	88	3	1,5
	ЦС с. Байкальское – м. Турали	0	0	0	2,9	<b>1308</b>	3	3	4,5	3	0	0	7,6	121	40	0	6,5
	ЦС р. Тья – м. Немнянка	<b>1000</b>	0	0	17,8	<b>1200</b>	2	0	1,8	164	0	0	2,5	144	0	18	3,1
	р. Томпуда	123	0	0	9,8	–	–	–	–	1	0	2	20,2	162	8	0	43,4
	р. Рель	6	0	0	384,0	36	4	0	6,9	57	0	0	4,0	58	6	28	18,3
	р. Кичера	43	0	4	49,3	<b>1040</b>	10	<b>100</b>	1,6	77	0	<b>68</b>	5,6	290	4	0	7,5
	р. Верх. Ангара	<b>1400</b>	0	4	69,8	480	13	14	3,8	<b>1180</b>	0	42	6,3	408	2	0	1,1
р. Тья	<b>610</b>	0	4	57,0	<b>736</b>	17	<b>100</b>	6,8	0	0	0	19,6	106	18	30	2,1	
Средняя	ЦТ м. Арул – м. Хобой	<b>1000</b>	0	0	35,5	54	14	1	7,6	416	0	0	4,7	416	64	0	0,8
	3 км м. Тонкий	170	6	6	2,6	<b>608</b>	20	3	1,0	8	0	0	84,3	4	2	0	1,5
	середина Академического хр.	0	0	0	2,6	400	12	4	6,0	<b>968</b>	0	0	6,3	0	0	0	5,2
	ЦС р. Анга – р. Сухая	60	1	0	100,0	0	0	0	226,0	7	1	0	810,0	<b>504</b>	0	0	0,9
	р. Сухая	54	3	<b>64</b>	2,5	236	52	<b>64</b>	5,4	182	0	<b>89</b>	25,3	146	74	<b>56</b>	5,3
	р. Турка	72	5	0	3,9	–	–	–	–	47	47	39	0,5	<b>512</b>	6	12	6,6
	р. Баргузин	<b>1460</b>	54	0	2,1	–	–	–	–	<b>1200</b>	2	<b>91</b>	5,4	432	2	4	3,3
	р. Сарма	1	1	4	0,5	226	17	5	7,3	<b>1425</b>	1	<b>55</b>	0,7	43	4	2	2,0
р. Анга	9	9	12	2,8	<b>640</b>	72	<b>320</b>	2,4	338	83	<b>82</b>	4,2	<b>3200</b>	<b>114</b>	<b>70</b>	5,4	
Южная	ЦС пос. Маригуй – р. Солзан	0	0	0	4,0	<b>1000</b>	6	2	1,7	8	0	0	27,0	42	0	1	1,6
	3 км р. Солзан	0	0	0	4,0	<b>1200</b>	0	2	1,8	7	0	0	36,0	16	0	9	1,8
	ЦС пос. Листвянка – пос. Танхой	16	9	0	166,0	<b>648</b>	10	0	2,9	16	0	0	57,7	0	0	0	39,0
	ЦС м. Кадильный – пос. Мишиха	0	0	0	12,0	<b>516</b>	0	0	5,0	<b>1121</b>	99	5	2,5	4	0	0	1,9
	р. Голоустная	60	17	18	6,3	340	16	<b>60</b>	13,5	<b>1115</b>	88	<b>102</b>	8,0	378	<b>198</b>	20	2,0
р. Бугульдейка	24	0	6	24,9	<b>640</b>	25	42	1,9	192	0	<b>120</b>	15,3	142	10	0	4,4	

Примечание: выделены значения, превышающие нормативы, ЭК – энтерококки, ЦС – центральная станция, прочерк – данные отсутствуют.

В июне 2012 г. в пелагиали озера неблагоприятное санитарно-микробиологическое состояние зафиксировано для вод со станции в южной котловине на разрезе м. Кадильный – пос. Мишиха, где обнаружены превышение норматива ОКБ (1 121 КОЕ/100 мл), высокое количество ТКБ (99 КОЕ/100 мл), единично энтерококки и определён низкий коэффициент самоочищения (2,5), что указывало на свежее фекальное загрязнение. Превышение норматива ОКБ также зафиксировано в средней котловине озера на центральной станции Академического хребта (968 КОЕ/100 мл), но ТКБ и энтерококков в пробе не обнаружено, а коэффициент самоочищения был выше 4 (6,3) (см. табл. 2). Превышение нормативных значений санитарно-микробиологических показателей найдено во всех исследованных пробах из устьев рек, впадающих в озеро на юге и в средней его части, а также северных притоков Кичера и Верх. Ангара. Нормы ОКБ были превышены не везде, но количество энтерококков оказалось высоким и колебалось от 39 до 120 КОЕ/100 мл. В устье р. Турка количество ОКБ и ТКБ оказалось одинаковым (47 КОЕ/100 мл), а коэффициент самоочищения был очень низким (0,5), что указывает на высокую антропогенную, в том числе фекальную нагрузку (см. табл. 2). Таким образом, превышение нормативных значений санитарно-микробиологических показателей наблюдали в пелагиали Южного Байкала и большинстве исследуемых рек (см. рис.).

В августе 2015 г. выявлены превышающие норматив значения ОКБ на юге озера в пробах озёрной воды станций разреза р. Анга – р. Сухая и в средней части на станциях разреза м. Покойники – Ушканьи острова, составившие 504 и 576 КОЕ в 100 мл соответственно. Значения коэффициента самоочищения также были низкими: 0,9 и 1,5 соответственно. На станции м. Покойники – Ушканьи острова значение ТКБ приближалось к предельно допустимому и составило 88 КОЕ/100 мл. В пробах воды на станциях разреза м. Арул – м. Хобой значения ОКБ и ТКБ также приближались к предельно допустимым (ОКБ 416 КОЕ/100 мл, ТКБ 64 КОЕ/100 мл), а коэффициент самоочищения был низким (0,8). Во всех пробах речной воды выявлены достаточно высокие значения ОКБ и ТКБ. Нормативные значения санитарно-микробиологических показателей превышены на юге и в среднем Байкале в пробах из устьев рек Голоустная (ТКБ 198 КОЕ/100 мл), Сухая (энтерококки 56 КОЕ/100 мл), Турка (ОКБ 512 КОЕ/мл) и Анга (ОКБ 3 200 КОЕ/100 мл, ТКБ 114 КОЕ/100 мл, энтерококки 70 КОЕ/100 мл) (см. табл. 2, рис.).

Необходимо отметить, что в некоторых пробах при неопределяемом значении ТКБ и высоком КС превышение норматива ОКБ не свидетельствует о свежем фекальном загрязнении. Возможно, высокий уровень ОКБ указывает на высокое содержание органики и развитие в данных водных участках свободноживущих сапрофитов, входящих в группу колиформных бактерий (родов *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* и др.). В странах Евросоюза уже произошёл переход от определения групп санитарно-показательных микроорганизмов (ОКБ, ТКБ, энтерококки) к определению непосредственно самих санитарно-показательных микроорганизмов (*Esch-*

*erichia coli*, *Enterococcus faecalis*), что сделало оценку качества воды более стандартизированной и достоверной [19; 22]. Подобную методику можно рекомендовать и для оценки качества вод оз. Байкал и выявления источников фекального загрязнения,

Экосистема оз. Байкал претерпевает серьёзный экологический кризис начиная с 2011 г. В водах озера в массовых количествах развилась зелёная нитчатая водоросль рода *Spirogyra*. В эвтрофированных водных участках, в свою очередь, повысились концентрации биогенных веществ, что привело к увеличению времени сохранения кишечных бактерий в воде и даже, возможно, создало условия для их размножения [24]. Предполагают, что одной из причин эвтрофикации является увеличение антропогенной нагрузки на оз. Байкал [3; 10; 14; 21]. В результате проведённого нами мониторинга санитарно-микробиологических показателей можно заключить, что антропогенная нагрузка в 2011 г. была действительно высокой. Некачественная очистка сточных вод в старых и разрушающихся очистных сооружениях крупных прибрежных населённых пунктов, массовое строительство туристических баз и гостиниц, как правило, не обеспеченных централизованной системой очистки фекальных стоков, массовый сброс фекальных и подсланевых вод с многочисленных судов приводят к интенсивному загрязнению озера [17; 21]. Несомненно, большая часть антропогенных загрязнений вносится в озеро с реками. Известно, что период с 2010 по 2012 г. детектировали повышенные концентрации биогенных элементов в крупных притоках Байкала – реках Селенга и Баргузин, вдоль которых располагаются многочисленные населённые пункты [16].

Таким образом, за рассматриваемый период самым неблагоприятным в санитарно-эпидемиологическом аспекте оказалось состояние вод Байкала летом 2011 г., когда превышение нормативных значений санитарно-микробиологических показателей наблюдали по всей пелагиали озера и в устьях большинства исследованных притоков. В 2012 и 2015 гг. также было отмечено не соответствующее нормам санитарное состояние вод в устьях впадающих в озеро рек. Соответственно, использование таких вод в качестве источника питьевого, хозяйственно-бытового водопользования и в рекреационных целях небезопасно в эпидемиологическом и эпизоотическом отношении. Для того чтобы помочь экосистеме озера Байкал выйти из состояния экологического кризиса, необходимо снизить масштабы фекального загрязнения, оборудуя посёлки и базы отдыха системами канализации и устройствами очистки сточных вод.

### **Выводы**

1. Анализ данных шестилетнего мониторинга с 2010 по 2015 г. показал, что санитарно-показательные бактерии присутствовали в пелагиали оз. Байкал и устьях впадающих в него рек на протяжении всего периода исследований.

2. В 2010, 2013 и 2014 гг. качество воды из отобранных в озере и устьях его притоков проб соответствовало СанПиН 2.1.5.980-00 и МУК 4.2.1884-04.

3. Неблагополучная санитарно-эпидемиологическая обстановка сложилась в 2011, 2012 и 2015 гг., когда влияние притоков, загрязнённых хозяйственно-бытовыми сточными водами, и интенсивное развитие макрофитов отражалось на санитарном состоянии пелагиали оз. Байкал.

*Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0345-2014-0004 «Структура, динамика формирования и метаболический потенциал сообщества микроорганизмов и фагов в биопленках пресноводных водоёмов».*

#### Список литературы

1. Атлас Байкала / гл. ред. Г. И. Галазий. – М.: Федер. служба геодезии и картографии России, 1993. – 160 с.
2. Биоразнообразие и распределение бактерий семейства Enterobacteriaceae и нефементирующей группы в озере Байкал / Е. Ю. Панасюк [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 4. – С. 485–490.
3. Влияние массового развития зеленых нитчатых водорослей на воспроизводство желтокрылки *Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874) (Cottidae) в условиях экологического кризиса озера Байкал / И. В. Ханаев [и др.] // Докл. Акад. наук. – 2016. – Т. 467, № 1. – С. 119–121.
4. Влияние сточных вод Байкальского целлюлозного завода на биологические процессы в воде и грунтах Южного Байкала: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г. А. Гоман. – Иркутск, 1973. – 19 с.
5. ГОСТ 31942-2012. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа.
6. ГОСТ 24849-81. Государственный стандарт Союза ССР. Вода питьевая. Полевые методы санитарно-микробиологического анализа.
7. Грачев М. А. О современном состоянии экологической системы озера Байкал / М. А. Грачев – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 156 с.
8. Изучение локального антропогенного влияния на горизонтальное и вертикальное распределение микроорганизмов в воде оз. Байкал / В. В. Парфенова [и др.] // Гидробиол. журн. – 2009. – Т. 45, № 2. – С. 51–62.
9. Максимова Э. А. Микробиология вод Байкала / Э. А. Максимова. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1989. – 168 с.
10. Массовое развитие зелёных нитчатых водорослей родов *Spirogyra* и *Stigeoclonium* (CHLOROPHYTA) в прибрежной зоне Южного Байкала / О. А. Тимошкин [и др.] // Гидробиол. журн. – 2014. – № 5. – С. 15–26.
11. Микробиологический мониторинг состояния экосистемы вод Байкала: концепция системности и фактора времени как фундамента достоверности и правильного прогноза / Э. А. Максимова [и др.] // Экосистемы и природные ресурсы горных стран: материалы I Междунар. симп. «Байкал. Современное состояние поверхностной и подземной гидросферы горных стран». Иркутск, 27–28 окт. 2004 г. – Новосибирск, 2004. – С. 107–119.
12. Многолетняя санитарно-бактериологическая информация о состоянии вод Южного Байкала / Э. А. Максимова [и др.] // Современные проблемы экологии, природопользования и ресурсосбережения Прибайкалья: материалы юбил. конф. Иркутск, 22–23 сент. 1998 г. – Иркутск, 1998. – С. 286.
13. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов.

14. Нарушение вертикальной зональности зеленых водорослей в прибрежной части залива Лиственничный озера Байкал / Л. С. Кравцова [и др.] // Докл. Акад. наук. – 2012. – Т. 447, № 2. – С. 227–229.
15. Оценка качества воды оз. Байкал по санитарно-бактериологическим показателям / В. В. Дрюккер [и др.] // География и природ. ресурсы. – 1993. – № 1. – С. 60–64.
16. Оценка качества вод притоков озера Байкал по химическим показателям / Л. М. Сорокикова [и др.] // География и природ. ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 37–45.
17. Оценка накопления отходов потребления в прибрежной зоне озера Байкал и дельте реки Селенги / Н. В. Потапская [и др.] // География и природ. ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 62–69.
18. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
19. Тымчук С. Н. Наиболее значимые санитарно-микробиологические показатели оценки качества питьевой воды / С. Н. Тымчук, В. Е. Ларин, Д. М. Соколов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 11. – С. 8–15.
20. Щетинина Е. В. Комплексная эколого-микробиологическая, санитарно-бактериологическая и вирусологическая оценка чистоты вод Байкала / Е. В. Щетинина, О. В. Крайковская, Э. А. Максимова // Тез. докл. Междунар. Байк. симп. по микробиологии. Иркутск, 8–13 сент. 2003 г. – Иркутск, 2003. – С. 152–153.
21. Экологический кризис в прибрежной зоне озера Байкал / О. А. Тимошкин [и др.] // 6-я Междунар. Верещагин. Байк. конф. и 4-й Байк. микробиол. симп. с междунар. участием «Микроорганизмы и вирусы в водных экосистемах». Иркутск, 7–12 сент., 2015 г. – Иркутск : Аспринт, 2015. – С. 37–40.
22. A microbial signature approach to identify fecal pollution in the waters off an urbanized coast of lake Michigan / R. J. Newton [al.] // *Microb. Ecol.* – 2013. – Vol. 65. – P. 1011–1023.
23. Drucker V. V. Potentially pathogenic bacteria in a microbial community of Lake Baikal / V. V. Drucker, E. Yu. Panasyuk // *Hydrobiologia*, Springer Netherlands. – 2006. – Vol. 568, N 1. – С. 267–271.
24. Gubelit Yu. I. Grow of enterobacteria on algal mats in the eastern part of the gulf of Finland / Yu. I. Gubelit, M. B. Vainshtein // *Inland Water Biol.* – 2011. – Vol. 4, N 2. – P. 132–136.

## Sanitary and Microbiological Monitoring in the Lake Baikal Pelagic Zone and Baikal's Major Tributaries from 2010 through 2015

Yu. R. Shtykova, M. Yu. Suslova, T. Ya. Kostornova, E. V. Sukhanova,  
O. S. Pestunova, A. S. Gorshkova, A. D. Galachyants, V. V. Parfenova  
*Limnological Institute SB RAS, Irkutsk*

**Abstract.** The estimation of sanitary condition of Lake Baikal aquatory and major tributaries was done as of from 2010 to 2015 using methods of sanitary-microbiological analysis of surface water-supply sources. Summer period in 2011 was bad in terms of sanitary-microbiological condition when excess of maximum permissible sanitary-

microbiological attributes was observed throughout pelagic zone and estuaries of the majority of examined tributaries. Bad sanitary condition of river stations waters was fixed in spring period of 2011 and 2012 and summer period of 2015. Values of sanitary-microbiological attributes were in agreement with requirements of normative documents of RF in 2010, 2013 and spring period of 2015.

**Keywords:** monitoring, sanitary-indicative microorganisms, coliforms, enterococci, Lake Baikal.

*Штыкова Юлия Рафиковна*  
кандидат биологических наук,  
младший научный сотрудник  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: tulupova@lin.irk.ru

*Shtykova Yuliya Rafikovna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Junior Research Scientist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: tulupova@lin.irk.ru

*Суслова Мария Юрьевна*  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: suslova@lin.irk.ru

*Suslova Mariya Yuryevna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Senior Research Scientist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: suslova@lin.irk.ru

*Суханова Елена Викторовна*  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: sukhanova@lin.irk.ru

*Sukhanova Elena Victorovna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Research Scientist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: sukhanova@lin.irk.ru

*Косторнова Татьяна Ярославовна*  
главный специалист  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: kostornovat@mail.ru

*Kostornova Tatiana Yaroslavovna*  
Chief Specialist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: kostornovat@mail.ru

*Пестунова Ольга Сергеевна*  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: ok.c@mail.ru

*Pestunova Ol'ga Sergeevna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Research Scientist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: ok.c@mail.ru

*Горшкова Анна Сергеевна*  
кандидат биологических наук,  
научный сотрудник  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: kovadlo@lin.irk.ru

*Gorshkova Anna Sergeevna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Research Scientist  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: kovadlo@lin.irk.ru

*Галачьянц Агния Дмитриевна*  
ведущий инженер  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3  
тел.: (3952) 42–54–15  
e-mail: shamshurasya@gmail.com

*Galachyants Agniya Dmitrievna*  
Lead Engineer  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033  
tel.: (3952) 42–54–15  
e-mail: shamshurasya@gmail.com

*Парфенова Валентина Владимировна*  
кандидат биологических наук  
Лимнологический институт СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

*Parfenova Valentina Vladimirovna.*  
Candidate of Sciences (Biology)  
Limnological Institute SB RAS  
3, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033