

УДК 556(571.53)

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОТОКОВ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

<sup>1</sup>Воробьева И.Б., <sup>1,2</sup>Белозерцева И.А., <sup>1</sup>Власова Н.В., <sup>1</sup>Янчук М.С.

<sup>1</sup>ФАНО ФГБУН «Институт географии им В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: iene@irigs.irk.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск

Озеро Байкал испытывает на себе воздействие множества рек и ручьев, которые впадая, приносят в его экосистему как большое количество вещества биологической направленности, так и высокие содержания химических элементов. Дренируя территории, окружающие побережье Байкала, и находясь под воздействием подстилающих пород, почв, растительности, атмосферных осадков и антропогенных источников, водотоки формируют особый гидрохимический состав речных вод. Специфические процессы происходят в устьевых участках, где происходит взаимодействие двух водных масс с разными физическими, химическими и биологическими свойствами. Создающиеся при данном взаимодействии потоки вещества хорошо отражают природные режимы и выявляют интенсивность антропогенного воздействия прибрежной зоны. В основу статьи положены результаты экспедиционных исследований 2017 г., проведенных на восточном побережье Среднего Байкала. Исследования проводились в устьевых частях рек и озер, находящихся вблизи оз. Байкала. Установлено, что устьевые участки достаточно сильно отличаются содержанием свободных ионов водорода, азотсодержащих веществ, хлорид-иона и гидрокарбонатов, как между собой, так и от показаний, полученных в верхнем течении каждого из них. Процессы химической трансформации поступающих веществ уступают физическому переносу, что оказывает неблагоприятное воздействие на экосистемы русловых частей водотоков и прибрежной части озера Байкал. Озера, расположенные на изучаемой территории, представляют собой уникальные биогеоценозы, которые развиваются и живут в собственных гидрохимических условиях. Практически во всех озерах было отмечено изменение кислотно-щелочной среды, водоемы различаются по содержанию хлорид-иона, гидрокарбонатов и показателю в водах азотсодержащих веществ.

**Ключевые слова:** устьевые области, притоки, Байкал, гидрохимические показатели

## CURRENT STATE OF WATERCOURSES IN THE ESTUARINE AREAS OF THE EASTERN COAST OF LAKE BAIKAL

<sup>1</sup>Vorobeva I.B., <sup>1,2</sup>Belozertseva I.A., <sup>1</sup>Vlasova N.V., <sup>1</sup>Yanchuk M.S.

<sup>1</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: iene@irigs.irk.ru;

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk

Lake Baikal is affected by many rivers and streams, which indulge, bring in its ecosystem a large number of substances, such as biology and high content of chemical elements. Drenarea areas surrounding the coast of lake Baikal and being under the influence of the underlying rocks, soils, vegetation, precipitation and anthropogenic sources, watercourses form a special hydrochemical composition of river waters. Specific processes occur in estuaries, where the interaction of two water masses with different physical, chemical and biological properties. Created by the interaction of the substance flows reflect natural regimes and reveal the intensity of anthropogenic impact in the coastal zone. The article is based on the results of expeditionary investigations of 2017, held on the East coast of the middle basin of lake Baikal. The studies were conducted in the estuarine parts of rivers and lakes near the lake. Of lake Baikal. It is established that estuarine areas are quite different the content of free hydrogen ions, nitrogen-containing substances, chloride ion and bicarbonate, both among themselves and from the testimony received in the upper reaches of each of them. The processes of chemical transformation of the incoming substances are inferior to physical transfer that has a negative impact on ecosystems fluvial parts of rivers and coastal area of lake Baikal. Lakes located in the study area represent unique ecosystems that develop and live in their own hydrochemical conditions. Almost all the lakes was marked by the change of the acid-alkaline environment, the water bodies are different, and the content of chloride ion, and bicarbonate indicator in waters of nitrogen-containing substances.

**Keywords:** estuarine area, tributaries, lake Baikal, hydrochemical indicators

Устьевая зона реки – это особенный географический объект, охватывающий область впадения реки в озеро, подверженный воздействию речных и озерных факторов и имеющий особенный специфический комплекс, структура и формирование которого регулируются устьевыми процессами: динамическим взаимодействием и смешением вод реки и озера, отложением и переотложением речных и частично озерных наносов. В устьях рек взаимодействуют две различные по своим

физическим, химическим и биологическим свойствам водные массы – речная и озерная. Устьевые экосистемы рек – одни из самых ранимых водных объектов, так как все естественные и антропогенные изменения режима и состояния реки и прибрежной зоны отражаются в этой области. Цель исследования – дать характеристику современного состояния водотоков в устьевых областях и озер восточного побережья Среднего Байкала по гидрохимическим показателям.

### Материалы и методы исследования

Территория исследования расположена в центральной экологической зоне Байкальской природной территории (БПТ), где находится особая экономическая зона (ОЭЗ) «Байкальская гавань», которая создана постановлением правительства России в 2007 г. ОЭЗ расположена в 110 км от Улан-Удэ, занимает более 3,5 тыс. га на левом побережье Байкала и включает 5 участков: «Турка», «Пески», «Гора Бычья», «Бухта Безымянная» и «Горячинск». Приоритетными выбраны участки «Турка» и «Пески», с площадью 434,04 га. Туристско-рекреационная зона создается с целью развития лечебно-оздоровительного, экологического, горнолыжного, экскурсионного, круизного видов туризма [1].

Все байкальское приморье согласно районированию М.Н. Мельхеева [2] разделено на одиннадцать физико-географических районов, в границах четырех из них проводились исследования устьевых областей. Усть-Баргузинский физико-географический район охватывает побережье двух больших заливов – Чивыркуйского и Баргузинского и нижнюю часть Баргузинской долины. Для этого района характерны большая расчлененность береговой линии, рельеф прибрежной полосы сглаженный, хребты удалены от берега, а приближающиеся к берегу отроги невысоки. Здесь начинается обширная межгорная впадина – долина р. Баргузин. Устьевая часть р. Баргузин, левый берег, сложен песками. В приустьевом районе широко распространены сосновые и сосново-березовые леса на песчаных почвогрунтах. Южный берег Чивыркуйского залива низменный, заболоченный, сложенный из наносных отложений песчано-галечного состава, выпрямленный, однообразно протянувшийся на 13 км. Здесь расположен перешеек, отделяющий Чивыркуйский залив от Баргузинского, шириною до 10 км, с однообразно низменной, заболоченной поверхностью, покрытой лесом из лиственницы, березы и кустарников. В центре перешейка находится озеро Арангатуй. Здесь же находится бессточное озеро Большое Бормашовое, теплое, минерализованное. Климат сравнительно прохладный и умеренно влажный. Баргузинский физико-географический район расположен в пределах межгорной впадины байкальского типа, по долине р. Баргузина. Почти половина территории Баргузинской долины представлена пойменными участками и низкими террасами р. Баргузина, которые заняты

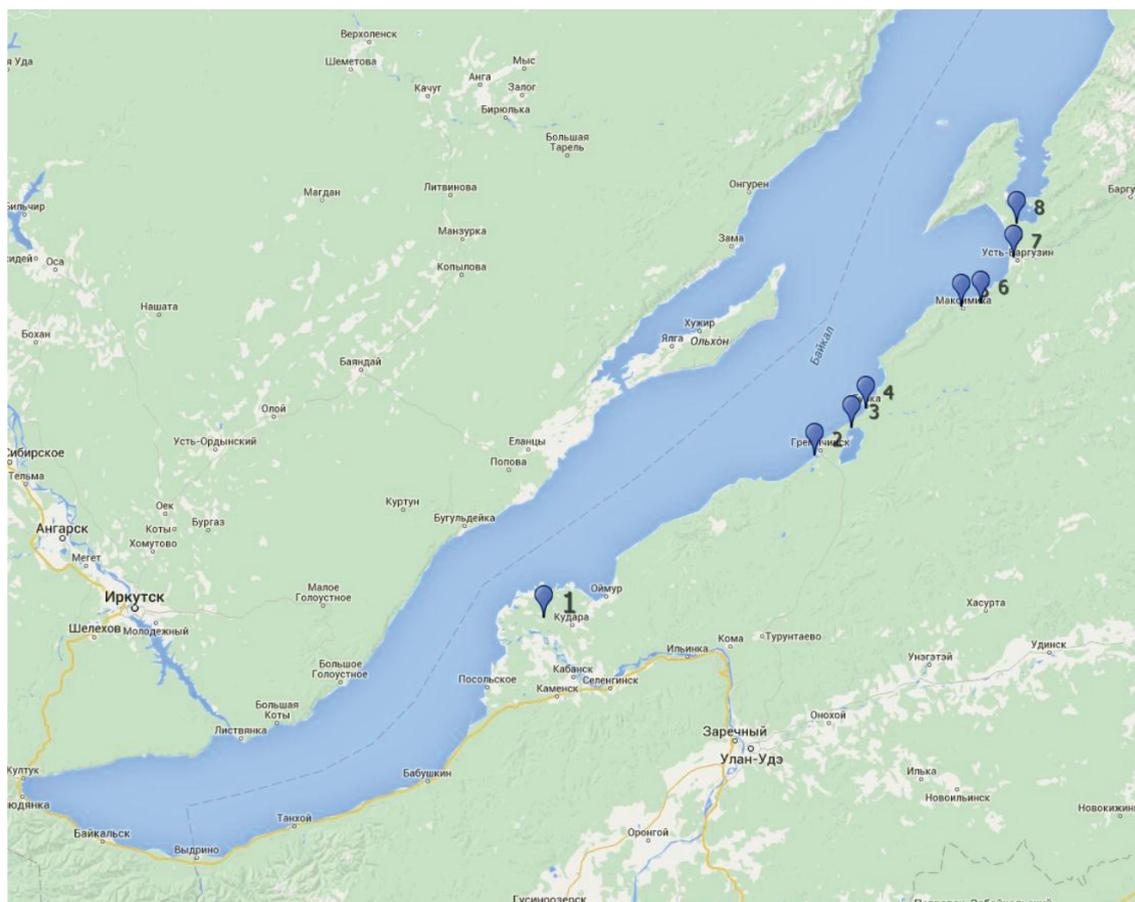
луговыми, лугово-кустарниковыми сообществами на аллювиальных темногумусовых, аллювиальных торфянисто-глеевых и других почвах. По левому берегу реки Баргузин отмечаются включения заболоченных участков, в то же время правый берег представлен степными ассоциациями [2].

Побережье от мыса Крестового до мыса Сухинский с отрогами хребтов Голондинского, Улан-Бургасы и Морского относятся к Среднебайкальскому району. Район обладает мягкими чертами рельефа, сравнительно теплым и умеренно влажным климатом. На территории района расположены прибрежные озера – Котокельское, Дикое, Большое и Малое Духовое. Растительность – хвойная и смешанно-лесная. Обширная Безымянно-Горячинская аккумулятивная равнина сложена озерными и речными отложениями, покрыта смешанным сосново-березовым лесом. Равнина заканчивается низменными песчано-галечными, без растительного покрова, небольшими мысами и островками. На берегах Байкала насчитывается множество горячих источников. Побережье представляет собой низменный песчаный берег с открытыми песками. В межгорном понижении расположено озеро Котокельское. Оно окружено горно-лесным ландшафтом, а на северо-востоке имеет топкое низменное побережье, открытое в сторону долины р. Турки [2]. Усть-Селенгинский физико-географический район побережья тянется от бассейна р. Большой Сухой до бассейна р. Боярской (включительно), углубляясь в сушу до склонов хребтов Морского и Хамар-Дабана, разделенных тектоническим разломом по долине р. Селенги, заполненного озерно-аллювиальными и дельтовыми отложениями.

Климат территории резко континентальный, с холодной зимой и теплым летом, хотя исследователями отмечаются отличия по сезонам года в разных частях района. Центральное место в районе принадлежит огромной Кударинской степи. По ней протекает крупнейшая река района Селенга. Дельта реки занимает значительную территорию района. Она сильно заболочена с множеством линз мелких озер и пронизана многочисленными протоками. Низкая дельта представлена лугово-болотными ассоциациями. Кроме Селенги, в отрогах хребта Хамар-Дабан берут свое начало питающие Байкал реки Снежная, Переемная, Мысовка, Мантуриха и другие [2]. Формирование речного стока в озеро Байкал отличается большим разнообразием из-за различий физико-географических условий

в отдельных частях его бассейна и происходит в основном среди слабо выщелачиваемых изверженных и метаморфических пород архея протерозоя. Это обуславливает схожесть гидрохимических характеристик поверхностных вод водосборного бассейна и самого озера. Согласно классификации О.А. Алекаина основная часть водотоков относится к первому типу гидрокарбонатно-кальциевых вод – по соотношению ионов и имеют низкую общую минерализацию (до 150 мг/л). Незначительное количество рек, протекающих по районам распространения осадочных карбонатных пород, относятся ко второму типу гидрокарбонатно-кальциевых вод и имеют несколько большую минерализацию (до 400 мг/л) [3]. Отбор проб воды проводился в июле 2017 г. в стеклянные емкости в объеме до 3 л по стандартизованным и общепринятым методикам с учетом требований ГОСТ (Сан-ПиН 2.1.4.1175-02, ГОСТ 31861-2012 и др.). Всего отобрано более 80 проб. Химические анализы проводились на месте отбора проб

воды с помощью полевой лаборатории и в лабораторных условиях ИГ СО РАН в течение нескольких дней после отбора. Значение pH в воде измерялось потенциометрическим методом [ПНД Ф14.1:2:3:4,121-97]. Содержание гидрокарбонатов в воде – титрометрическим методом [РД 52.24.493-2006]. Массовая концентрация нитритов – фотометрическим методом с реактивом Грисса [ПНД Ф 14.1:2:4.3-956]. Содержание хлоридов – аргентометрическим методом [РД 52.24.407-06]. Концентрация нитритов фотометрическим методом с салициловой кислотой [ПНД Ф 14.1:2:4.4-95]. Содержание ионов аммония – фотометрическим методом с реактивом Несслера [ПНД Ф 14.1:2:1-95]. Концентрация фосфатов – фотометрическим методом с восстановлением аскорбиновой кислотой [ПНДФ 14.1:2.112-97]. Массовая концентрация растворенного кислорода – йодометрическим методом [РД 52.24.419-2005]. Нефтепродукты в воде определены на флюорате [ГН 2.1.5.1315-03].



Условные обозначения:  – местоположение площадки; 1–8 номера площадок

Рис. 1. Ключевые участки отбора проб воды

Величина рН, содержание нефтепродуктов и основных ионов в воде рек и озер Средней котловины оз. Байкал, 2017 г.

№ точки	рН	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	О <sub>2</sub> мг/дм <sup>3</sup>	Сl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Сумма ионов	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>
1	7,5	61	9,6	1,60	0,012	н/о	0,007	0,001	62,63	–
4	8,4	61	10,0	2,32	0,024	0,01	0,090	0,001	63,46	0,008
8	7,3	92	9,3	1,61	0,002	0,01	0,012	0,002	93,65	0,004
12	8,3	58	12,3	1,60	0,020	0,45	0,014	0,001	60,10	–
13	7,2	61	5,6	2,10	0,029	н/о	0,031	0,001	63,17	–
14	8,3	31	13,3	2,32	0,024	0,10	0,007	0,001	34,25	0,005
17	9,1	68	17,4	2,10	0,012	н/о	0,010	0,001	70,13	0,013
18	8,3	82	9,7	1,88	0,012	0,01	0,007	0,010	83,93	0,018
19	8,4	70	10,0	2,59	0,016	0,01	0,012	0,010	72,66	0,005
20	9,7	24	13,3	2,86	0,101	1,15	0,011	0,001	28,14	0,002
21	8,5	101	8,6	2,51	0,016	0,01	0,010	0,001	103,60	0,004
2	9,2	12	12,0	2,10	0,016	н/о	0,013	0,014	14,15	0,004
3	8,9	552	11,2	52,50	0,048	0,90	0,020	0,001	1205,47	0,004
6	9,3	н/о	14,1	1,60	0,053	н/о	0,260	0,001	1,92	–
10	7,7	92	10,5	1,60	0,029	н/о	0,028	1,869	95,54	–

Примечание. «—» не определялся, «н/о» – не обнаружено. Место отбора проб: 1 – р. Кика; 2 – оз. Котокельское; 3 – оз. Б. Бармашовое; 4 – оз. Байкал, Чивыркуйский залив; 6 – оз. Арангутай; 8 – р. Баргузин; 10 – оз. Духовое; 12 – р. Максимиха; 13 – ручей без названия (Горячинск); 14 – р. Турка; 17 – р. Селенга, протока Харауз; 18 – р. Селенга протока Лобановская; 19 – р. Селенга (выше Селенгинского целлюлозно-бумажного комбината); 20 – р. Селенга (ниже комбината); 21 – р. Селенга, основная протока.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Материалом данного исследования являются данные химического анализа проб вод, отобранных в 2017 г. (рис. 1). Для гидрохимической характеристики устьевых водотоков и прибрежных озер были выбраны следующие показатели: рН, количество взвешенных веществ, растворенного кислорода, хлоридов, сульфатов, аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, нефтепродуктов. По результатам исследований, проведенных в летний период 2017 г., выявлены особенности гидрохимических изменений в устьевых зонах рек восточного побережья Среднего Байкала (таблица).

Выявлено, что в реках, втекающих в Среднюю котловину оз. Байкал кислотно-основные свойства изменяются от 7,3 (р. Баргузин, Кика) до 8,5 (р. Турка, Максимиха, Селенга) значений рН. Концентрации свободных ионов водорода в воде разных проток р. Селенги отличаются между собой. Так, в протоке Харауз и основном русле р. Селенги ниже по течению после расположения Селенгинского целлюлозно-бумажного комбината значения рН от 9,1 до 9,7. О степени и времени заражения воды продуктами жизнедеятельности человека можно судить по присутствию, ко-

личеству и соотношению в воде азотсодержащих соединений. Недопустимо содержание нитратов вместе с аммиаком.

Установлено, что в р. Максимихе и Селенге (ниже Селенгинского целлюлозно-бумажного комбината) содержание нитрат-иона превышает фоновые значения для Байкала в 5–10 раз, с количеством аммоний-иона в пределах фона, что свидетельствует о давнем органическом (возможно, фекальном) загрязнении воды [4, 5]. В воде Чивыркуйского залива озера Байкал (прибрежная зона) обнаружено содержание аммиак-иона выше фоновых в 4 раза, что указывает на недавнее загрязнение и близость источника загрязнения (коммунальные очистные сооружения, отстойники промышленных предприятий, фермерские хозяйства, азотные удобрения, поселения и др.).

В водах рек Среднего Байкала установлено повышенное относительно фоновых значений для вод Байкала, содержание хлорид-ион (Сl<sup>-</sup>) – в 4–7 раз. Поскольку хлориды обладают высокой миграционной способностью благодаря хорошей растворимости, то большие количества хлоридов могут поступать в речные воды из недостаточно очищенных промышленных и бытовых стоков [6, 7]. В ионном составе рек Среднего Байкала

ведущее положение в абсолютных величинах занимают гидрокарбонаты и хлориды. Обнаружено, что содержание хлорид-иона ( $Cl^-$ ) в устьевой зоне всегда превышает его содержание в верховьях, что согласуется с данными К.К. Вотинцева [8], П.Ф. Бочкарева [9], Л.М. Сорокиной и др. [10]. По данным К.К. Вотинцева [8] в воде р. Селенги нитраты присутствуют почти всегда, что соответствует исследованиям П.Ф. Бочкарева [9] и нашим. В речной воде ниже расположения Селенгинского целлюлозно-бумажного комбината обнаружено количество нитратов, значительно превышающее их содержание в основном русле.

Содержание растворенного кислорода в байкальской воде составляет в среднем в поверхностных слоях 11–14 мг/дм<sup>3</sup>. В реках Среднего Байкала содержание кислорода довольно высокое – 8,6–17,4 мг/дм<sup>3</sup> (р. Селенга, основное русло, и протока Лобановская соответственно). В реках Кика, Максимиха и Турка содержание кислорода 9,6, 12,2 и 13,3 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Полученные значения по со-

держанию кислорода в водотоках Среднего Байкала согласуются с данными К.К. Вотинцева и П.Ф. Бочкарева [8, 9].

На восточном побережье Средней котловины оз. Байкал были проведены гидрохимические исследования вод озер Котокельское, Б. Бармашовое, Арангатуй и Духовое (рис. 2). Между оз. Байкал и подножиями хребтов (Баргузинского, Хамар-Дабанского и Улан-Бургасы) в прибрежной 20-километровой полосе имеет место сложный рельеф с чередованием возвышенных участков и понижений. Наиболее интересны озера *прибрежных низкогорий*, занимающие днища малых впадин и грабен. Здесь заняты территории Духовое и Лосиное озера, а также ряд озер у устья р. Кика, самое крупное из прилегающих к Байкалу оз. Котокель. В береговой зоне Байкала широко распространены *соровые озера*. Самые крупные соровые озера на Восточном побережье – Арангатуй и М. Арангатуй, Светлое и Б. Бармашовое расположены на восточном побережье [11].



а



б



в



г

Рис. 2. Озера Духовое (а), Котокельское (б), Арангатуй (в), Б. Бармашовое (г) (съемка с квадрокоптера, С.А. Макаров, июль 2017 г., высота 400, 205 и 305 м соответственно)

Озеро Котокельское (Котокель) находится в двух километрах от берега Байкала. Общая площадь озера составляет около 70 км<sup>2</sup>. Озеро является мелководным. Средняя глубина озера составляет 3,5 м [12]. Озера Арангатуй и Б. Бармашовое расположены на Баргузинско-Чивыркуйском перешейке, который находится на северо-востоке Центральной котловины Байкала. Площадь водного зеркала оз. Арангатуй 50,6 км<sup>2</sup>, глубина 1–2 м, дно выровненное, заиленное, оно связано протокой с Чивыркуйским заливом, что способствует транспортировке биогенных веществ с водными потоками. Как показали исследования, вода оз. Котокель и Арангатуй отличается повышенными значениями рН – 9,2–9,3 (соответственно), что может быть связано с эвтрофностью вод в летний период, что также может свидетельствовать и о нарушении биологического равновесия в водоеме. Установлено, что в воде озера присутствуют нитрит-ионы и ионы аммония, что указывает на недавнее загрязнение воды органическими веществами. Количество хлорид-ион (Cl<sup>-</sup>) превышает фоновые значения для Байкала в 5 раз (Котокель) и 4 раза (Арангатуй).

Площадь зеркала оз. Б. Бармашовое 1,3 км<sup>2</sup>, средняя глубина 2,2 м. Питание водоема осуществляется атмосферными осадками и грунтовыми водами современных и верхнечетвертичных отложений. Озеро не проточное, а разгрузка озерных вод происходит за счет испарения. Уровень воды ниже уровня Байкала на 0,5 м [13]. Здесь имеются отложения сапропеля. Средняя мощность грязевой залежи 0,64 м, максимальная – 1,5 м [14]. В формировании водно-солевого режима озера Б. Бармашово принимают участие атмосферные осадки и грунтовые воды современных и верхнечетвертичных отложений. Поступление основных микроэлементов и установление солевого баланса в озере происходит за счет грунтовых вод, которые пополняют их запасы, в том числе и сульфатов. Достаточно высокое содержание хлорид-иона (52,5 мг/дм<sup>3</sup>). Установлено, что в воде присутствуют нитриты, нитраты и ионы аммония, что служит показателем более давнего органического, возможно, фекального загрязнения воды.

### Заключение

В результате проведенных исследований в устьях рек восточного побережья Средней котловины оз. Байкал выявлено, что одним из основных источников поступлений за-

грязняющих веществ является их перенос с речным стоком. Процессы модификации вещества по скорости уступают физическому переносу многих ингредиентов, что способствует поступлению большого количества вещества в устьевые участки водотоков. Азотсодержащие химические соединения (аммиак, нитриты и нитраты), являющиеся результатом происходящих процессов, а также разложения белковых соединений, попадают со сточными бытовыми водами в устьевые зоны. Происходит нарушение устойчивости устьевых областей и повышается риск возникновения неблагоприятных экологических результатов. Наблюдается накопление соединений биогенных элементов и загрязняющих химических веществ. Это приводит к формированию нового антропогенно измененного природного фона. При этом нарушается естественное экологическое состояние устьевой области. Установлено, что узкая устьевая область рек является механическим барьером, где происходит разделение и осаждение выносимого взвешенного вещества. Под влиянием происходящего процесса отмечается изменение в качественных и количественных характеристиках растворенного вещества речного стока, что приводит к неизбежному формированию вод с новыми физико-химическими и биологическими показателями. Изучение гидрохимических показателей вод озер прибрежных низкогорий (Котокель и Духовое) и соровых (Арангатуй и Б. Бармашовое) выявило повышенные значения рН, количество хлорид-иона, а также присутствие в водоемах нитрит-иона и иона аммония, что указывает на недавнее и постоянное загрязнение воды органическими веществами.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ – 16-05-00286.*

### Список литературы

1. Байкальская гавань [Электронный ресурс] // Фонд содействия сохранению озера Байкал. URL: <http://baikalfund.ru/tourism/gavan/index.wbp> (дата обращения: 20.11.2017).
2. Мельхеев М.Н. По берегам Байкала. Географические условия побережья / М.Н. Мельхеев. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1977. – 158 с.
3. Воробьева И.Б. Экологическое состояние юго-западного побережья оз. Байкал при антропогенном воздействии / И.Б. Воробьева, Е.В. Напрасникова, Н.В. Власова // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2008. – № 3 (7). – С. 115–122.
4. Сороковикова Л.М. Состояние водной экосистемы дельты реки Селенги в условиях длительного маловодья / Л.М. Сороковикова, В.Н. Синюкович, И.В. Томберг, Г.Н. Поповская, М.С. Чернышев, В.Г. Иванов, Т.В. Ходжер // География и природ. ресурсы. – 2017. – № 1. – С. 81–89.

5. Сороковикова Л.Н. Пространственно-временная изменчивость содержания биогенных и органических веществ и фитопланктона в воде р. Селенги и протоках ее дельты / Л.М. Сороковикова, Г.И. Поповская, И.В. Томберг, Н.В. Башенхаева // *Водные ресурсы*. – 2009. – № 4. – С. 465–474.
6. Определение показателей качества воды: сайт. URL: <http://geol.irk.ru/baikal/baikal/water/anno/pokaz.htm> (дата обращения: 21.11.2017).
7. Гребенщикова В.И. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский экологический полигон) / В.И. Гребенщикова, Э.Е. Лустенберг, Н.А. Китаев, И.С. Ломоносов. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2008. – 234 с.
8. Вотинцев К.К. Гидрохимия рек бассейна озера Байкал / К.К. Вотинцев, И.В. Глазунов, А.П. Толмачева. – М.: Наука, 1965. – 495 с.
9. Бочкарев П.Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири / П.Ф. Бочкарев. – Иркутск, 1959. – 155 с.
10. Сороковикова Л.М. Оценка качества вод притоков озера Байкал по химическим показателям / Л.М. Сороковикова, В.Н. Синюкович, И.В. Томберг, И.И. Маринайте, Т.В. Ходжер // *География и природ. ресурсы*. – 2015. – № 1. – С. 37–45.
11. Беркин Н.С. Байкаловедение: учеб. пособие / Н.С. Беркин, А.А. Макаров, О.Т. Русинек. – Иркутск: Изд-во Ирк. гос. ун-та, 2009. – С. 291.
12. Озеро Котокельское: природные условия, биота, экология / отв. ред. М.Н. Пронин, Л.Л. Убугунов. – Улан-Удэ, 2013. – С. 340.
13. Дзюба А.А. Минеральные озера Баргузинско-Чивыркуйского перешейка / А.А. Дзюба, Н.В. Кулагина, Т.И. Абидуева, А.Л. Черных // *География и природ. ресурсы*. – 2002. – № 2. – С. 61–67.
14. Перязева Е.Г. Особенности формирования химического состава вод озер / Е.Г. Перязева, А.М. Плюснин, С.З. Гармаева, Р.Ц. Будаев, Д.И. Жамбалова // *География и природ. ресурсы*. – 2016. – № 5. – С. 49–59.
3. Vorobeva I.B. Jekologicheskoe sostojanie jugo-zapadnogo poberezhja oz. Bajkal pri antropogennom vozdejstvii / I.B. Vorobeva, E.V. Naprasnikova, N.V. Vlasova // *Problemy biogeohimii i geohimicheskij jekologii*. 2008. no. 3 (7). pp. 115–122.
4. Sorokovikova L.M. Sostojanie vodnoj jekosistemy delty reki Selengi v uslovijah dlitel'nogo malovodja / L.M. Sorokovikova, V.N. Sinjukovich, I.V. Tomberg, G.N. Popovskaja, M.S. Chernyshev, V.G. Ivanov, T.V. Hodzher // *Geografija i prirod. resursy*. 2017. no. 1. pp. 81–89.
5. Sorokovikova L.N. Prostranstvenno-vremennaja izmenchivost sodержaniya biogennyh i organicheskij veshhestv i fitoplanktona v vode r. Selengi i protokah ee delty / L.M. Sorokovikova, G.I. Popovskaja, I.V. Tomberg, N.V. Bashenhaeva // *Vodnye resursy*. 2009. no. 4. pp. 465–474.
6. Opredelenie pokazatelej kachestva vody: sayt. URL: <http://geol.irk.ru/baikal/baikal/water/anno/pokaz.htm> (data obrashhenija: 21.11.2017).
7. Grebenshikova V.I. Geohimija okružhajushhej sredy Pribajkalja (Bajkalskij jekologicheskij poligon) / V.I. Grebenshikova, Je.E. Lutenberg, N.A. Kitaev, I.S. Lomonosov. Novosibirsk: Akad. izd-vo «Geo», 2008. 234 p.
8. Votincev K.K. Gidrohimiya rek bassejna ozera Bajkal / K.K. Votincev, I.V. Glazunov, A.P. Tolmacheva. M.: Nauka, 1965. 495 p.
9. Bochkarev P.F. Gidrohimiya rek Vostochnoj Sibiri / P.F. Bochkarev. Irkutsk, 1959. 155 p.
10. Sorokovikova L.M. Ocenka kachestva vod pritokov ozera Bajkal po himicheskim pokazateljam / L.M. Sorokovikova, V.N. Sinjukovich, I.V. Tomberg, I.I. Marinajte, T.V. Hodzher // *Geografija i prirod. resursy*. 2015. no. 1. pp. 37–45.
11. Berkin N.S. Bajkalovedenie: ucheb. posobie / N.S. Berkin, A.A. Makarov, O.T. Rusinek. Irkutsk: Izd-vo Irk. gos. un-ta, 2009. pp. 291.
12. Ozero Kotokelskoe: prirodnye uslovija, biota, jekologija / отв. ред. М.Н. Пронин, Л.Л. Убугунов. Улан-Удэ, 2013. pp. 340.
13. Dzjuba A.A. Mineralnye ozera Barguzinsko-Chivyrkuskogo pereshejka / A.A. Dzjuba, N.V. Kulagina, T.I. Abidueva, A.L. Chernyh // *Geografija i prirod. resursy*. 2002. no. 2. pp. 61–67.
14. Perjazeva E.G. Osobennosti formirovaniya himicheskogo sostava vod ozer / E.G. Perjazeva, A.M. Pljusnin, S.Z. Garmaeva, R.C. Budaev, D.I. Zhambalova // *Geografija i prirod. resursy*. 2016. no. 5. pp. 49–59.

### References

1. Bajkalskaja gavan [Jelektronnyj resurs] // Fond sodejstvija sohraneniju ozera Bajkal. URL: <http://baikalfund.ru/tourism/gavan/index.wbp> (data obrashhenija: 20.11.2017).
2. Melheev M.N. Po beregam Bajkala. Geograficheskie uslovija poberezhja / M.N. Melheev. Irkutsk: Vostochno-Sibirskoe knizhnoe izdatelstvo, 1977. 158 p.