

УДК 574:551.464.621

**Н.К. Христофорова<sup>1,3</sup>, А.А. Емельянов<sup>2</sup>, К.С. Бердасова<sup>1</sup>, Ю.Е. Дегтева<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет,  
690091, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27;

<sup>2</sup> Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17;

<sup>3</sup> Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД ПРОЛИВА БОСФОР ВОСТОЧНЫЙ ПО КИСЛОРОДНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Изучены пространственное распределение и сезонная динамика основных химико-экологических показателей водной среды: растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода и перманганатной окисляемости в осенний, весенний и летний сезоны 2013–2014 гг. в поверхностных водах прол. Босфор Восточный (зал. Петра Великого, Японское море). Сделан акцент на двух восточных бухтах о. Русского — Аякс и Парис, претерпевших в последние годы крупные изменения, вызванные строительством кампуса Дальневосточного федерального университета (ДФУ) и океанариума. Выявлено, что осенью на всей акватории пролива устанавливается нормальный кислородный режим, однако весной и летом на многих станциях наблюдается низкое содержание кислорода, едва превышающее летний лимит, что вызывает обеспокоенность. Именно это является особенностью экологических условий в проливе в теплое время года. Основными причинами данного явления могут быть загрязнение морских вод хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами города и его портов, многодневные дожди, предшествовавшие отбору, поднявшие большое количество тонких частиц донных осадков, преимущественно восстановленных, поверхностный снос и смыв, дополнительно принесший в водную среду взвешенный материал. Прицельное внимание к двум бухтам Аякс и Парис не выявило каких-либо существенных изменений кислородных показателей, обусловленных антропогенным прессом на эти акватории.

**Ключевые слова:** прол. Босфор Восточный, о. Русский, бухты Аякс и Парис, экологические условия, кислородные показатели, пространственное распределение, сезонная динамика.

**Khrstoforova N.K., Emelyanov A.A., Berdasova K.S., Degteva Yu.E.** Ecological characteristic of water in the Eastern Bosphorus Strait by oxygen parameters // *Izv. TINRO.* — 2015. — Vol. 181. — P. 161–168.

---

\* Христофорова Надежда Константиновна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: marineecology@rambler.ru; Емельянов Александр Анатольевич, аспирант, e-mail: 990507@mail.ru; Бердасова Ксения Сергеевна, студентка, e-mail: k.berdasova@mail.ru; Дегтева Юлия Евгеньевна, студентка, e-mail: yulikd\_2010@mail.ru.

Khrstoforova Nadezhda K., D.Sc., professor, e-mail: marineecology@rambler.ru; Emelyanov Alexander A., postgraduate student, e-mail: 990507@mail.ru; Berdasova Ksenia S., student, e-mail: k.berdasova@mail.ru; Degteva Yulia E., student, e-mail: yulikd\_2010@mail.ru.

Spatial distribution and seasonal variability of the basic ecological parameters for marine water, as dissolved oxygen content, biochemical oxygen demand, and permanganate oxidizability are considered for the Eastern Bosphorus Strait (Peter the Great Bay, Japan Sea) on the data obtained in autumn, spring and summer seasons of 2013–2014, with special attention to the Ajax and Paris Bights of Russky Island on the southern coast of the Strait, changed significantly after construction of new university campus and marine aquarium. Normal oxygen regime is observed over the whole strait in autumn, but cases of low dissolved oxygen content, close to the minimal permissible level, are revealed in spring and summer. This phenomenon is an important feature of environmental conditions in the Strait in the warm period. It is possibly reasoned by general pollution of marine environments by sewage water, high water temperature, and relatively high concentration of suspended matter caused by active water circulation in the narrow strait and heavy rains. However, there is no any specific anthropogenic impact on the oxygen content in the Ajax and Paris Bights.

**Key words:** environmental conditions, dissolved oxygen, organic matter, spatial distribution of oxygen, seasonal dynamics of oxygen, Eastern Bosphorus Strait, Russky Island, Ajax Bight, Paris Bight.

## Введение

В самые последние годы накануне Саммита АТЭС — 2012, проходившего во Владивостоке, в столице Приморья началось активное строительство дорог и мостов — низководного, протянувшегося от района р. Седанка на побережье города до п-ова Де-Фриза; Золотого, раскинувшегося над бухтой Золотой Рог; и восточного, соединившего город с о. Русским. На о. Русском вырос многоэтажный городок, переданный после Саммита Дальневосточному федеральному университету (ДВФУ) с более чем 25 тыс. студентов. Просторный кампус ДВФУ, строительство отдельных объектов которого продолжается и в настоящее время, амфитеатром расположился вокруг бухты Аякс. В соседней бухте Парис вырастает грандиозный океанариум, самый большой в России и один из крупнейших в мире. Работы по его строительству и обустройству должны закончиться к концу 2015 г. Таким образом, две северо-восточные бухты о. Русского, открывающиеся в прол. Босфор Восточный на его южной стороне, да и сам пролив за последние 5–6 лет претерпели существенные изменения.

Наиболее рациональным подходом для первых наблюдений и начала проведения регулярного мониторинга прибрежных вод представляется использование кислородных показателей, к которым в условиях морской среды относятся содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и перманганатная окисляемость. Содержание кислорода, обеспечивающего возможность жизни аэробных организмов, является одним из важнейших и обязательно контролируемых показателей в любом мониторинге качества вод. Предельной величиной содержания растворенного кислорода для благополучного существования гидробионтов является 4 мг О<sub>2</sub>/л зимой и 6 мг О<sub>2</sub>/л летом. БПК<sub>5</sub> также является одним из самых необходимых показателей, характеризующих экологическое состояние водоема, свидетельствуя об интенсивности дыхания и роста микроорганизмов, потребляющих легкоразлагающиеся органические вещества. Такими веществами являются в основном продукты метаболизма гидробионтов, а также компоненты хозяйственно-бытовых стоков, несущие фекальное загрязнение. БПК<sub>5</sub> в водах чистых открытых водоемов не превышает 1–2 мг О<sub>2</sub>/л (Руководство ..., 1977). В водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, значение БПК<sub>5</sub> не должно превышать 2 мг О<sub>2</sub>/л\*. Окисляемость — показатель, характеризующий содержание в воде трудноокисляемой органики, продуктов распада умерших организмов (постмортальная органика), а также поступающих с поверхностным смывом и со стоками масла, мазута и других веществ. Предельная величина перманганатной окисляемости для морских акваторий рыбохозяйственного назначения составляет 5 мг/дм<sup>3</sup> (Контроль ..., 1998).

---

\* Правила охраны от загрязнений прибрежных вод морей. М.: Минрыбхоз СССР, 1984. 108 с.

Цель работы — охарактеризовать современное экологическое состояние акватории прол. Босфор Восточный с акцентом на двух бухтах — Аякс и Парис — на основе кислородных показателей.

### Материалы и методы

Экспедиционные наблюдения за состоянием поверхностных вод изучаемой акватории проводились осенью (18 октября) 2013 г., весной (31 мая) и летом (25 июля) 2014 г. Станции сбора проб были выбраны так, чтобы охватить типичные, характерные и специфические места, позволяющие получить как интегральную картину, так и частные фрагменты состояния исследуемой акватории. На рисунке показана схема расположения станций. Все кислородные показатели определяли по общепринятым методикам: растворенный  $O_2$  и БПК<sub>5</sub> — по методу Винклера, перманганатную окисляемость проб (ПО в щелочной среде) для учета общего содержания трудноокисляемых органических веществ — по методу Скопинцева (Шишкина, 1974; Руководство ..., 2003\*). Всего за период исследования выполнено около 200 аналитических определений.



Карта-схема станций отбора проб воды в прол. Босфор Восточный (зал. Петра Великого Японского моря): 1 — мыс Ахлестышева (Уссурийский залив); 2 — водосброс из океанариума; 3 — водозабор для океанариума; 4 — мыс Житкова; 5 — бухта Житкова; 6 — центральная часть бухты Парис; 7 — кут бухты Парис; 8 — бухта Балка; 9 — северный мыс бухты Парис; 10 — южный берег бухты Аякс; 11 — вежа банки Скрягина; 12 — прол. Босфор Восточный; 13 — пирс ДВФУ (бухта Аякс); 14 — мыс в северной части бухты Аякс, точка 3; 15 — фарватерная станция; 16 — северная часть бухты Аякс, точка 1; 17 — северная часть бухты Аякс, точка 2; 18 — мыс Басаргина; 19 — вход в бухту Улисс; 20 — вход в бухту Диомид; 21 — вход в бухту Золотой Рог; 22 — мыс Токаревского (маяк)

Scheme of water sampling in the Eastern Bosphorus Strait (Peter the Great Bay, Japan Sea): 1 — Cape Ahlestyshev; 2 — aquarium water out; 3 — aquarium water in; 4 — Cape Zhitkov; 5 — Zhitkov Bight; 6–7 — Paris Bight; 8 — Balk Bight; 9 — northern cape of the Paris Bight; 10 — southern coast of the Ajax Bight; 11 — Skryagin Bank; 12 — Eastern Bosphorus Strait; 13 — Far-Eastern Federal University pier in the Ajax Bight; 14–17 — northern Ajax Bight; 18 — Cape Basargin; 19 — Ulysses Bight; 20 — Diomed Bight; 21 — Golden Horn Bight; 22 — Cape Tokarevsky (lighthouse)

\* Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: ВНИРО, 2003. 202 с.

## Результаты и их обсуждение

Согласно полученным данным осенью 2013 г. величины концентраций растворенного кислорода на всех станциях были примерно равны, подавляющее их число находилось в интервале от 9,08 до 9,60 мг  $O_2$ /л (см. таблицу). Лишь в бухте Житкова и в куту бухты Парис они были несколько ниже — соответственно 8,62 и 8,81 мг  $O_2$ /л. К осени, как известно, интенсивность биологических процессов, протекающих в воде, резко снижается, завершается разложение органического материала, созданного фотосинтезирующими организмами или экскретируемого животными, резко снижается пресс отдыхающих на побережье, приходящийся в основном на июль-сентябрь, увеличивается равномерность распределения химических компонентов за счет усиления перемешивания. Вследствие снижения температуры растворимость кислорода в воде повышается.

В то же время величины, характеризующие биохимическое потребление кислорода, не были столь однородными. На большинстве станций (см. рисунок, ст. 11, 12, 15, 19, 21), относящихся к собственно проливу, наблюдались высокие показатели БПК<sub>5</sub>, превышавшие 3 мг  $O_2$ /л, что свидетельствует о существенном загрязнении вод легкоокисляемыми органическими веществами, приносимыми, очевидно, хозяйственно-бытовыми стоками. Однако перманганатная окисляемость в этих местах была невысокой, что не позволяет однозначно думать о загрязнении. Поскольку к концу октября деструкция созданного летом органического вещества уже завершилась, можно полагать, что минерализованные продукты распада сформировали благоприятную питательную среду для цветения фитопланктона и высокие значения БПК<sub>5</sub> могут быть обусловлены и его метаболитами. Лишь на двух станциях изучаемой акватории — 20-й и 2-й — зафиксированы повышенные значения ПО. Но если в районе водосброса из океанариума (см. рисунок, ст. 2) ПО, равная 4,80 мг О/л, почти достигающая величины ПДК, обусловлена, очевидно, разлагающейся постмортальной органикой, что подтверждает и низкая величина БПК<sub>5</sub> в этом месте, то на входе в бухту Диомид повышение величины перманганатной окисляемости до 3,68 мг О/л вызвано, вероятно, загрязнением, поступающим от стоящих в бухте судов и от поверхностного смыва трудноокисляемых веществ.

Весной с активизацией биологической жизни можно было бы ожидать возрастания величины БПК<sub>5</sub> и содержания растворенного кислорода. Действительно, на 8 из 18 (сделанных в меньшем количестве из-за непогоды) станций значения показателей БПК<sub>5</sub> существенно превосходили 2 мг  $O_2$ /л, свидетельствуя о высокой активности жизни и о заметном поступлении в воду метаболитной органики. Но концентрации растворенного кислорода заметно возросли лишь на двух станциях — в бухте Балка и у вехи банки Скрягина, достигнув 10,20 мг  $O_2$ /л. При этом только на банке Скрягина наблюдалось соответствие между высокими показателями растворенного  $O_2$  и БПК<sub>5</sub>. Это свидетельствует о том, что продуктами жизнедеятельности, поступающими в воду, являются в основном метаболиты водорослей, продуцирующих кислород. На шести станциях содержание  $O_2$  в воде было низким и едва превышало допустимый для летнего времени уровень. По-видимому, метаболитная органика поставляется в воду рассматриваемой акватории преимущественно животным, а не растительным населением. Рифы, камни, скалы, буи, гидротехнические сооружения здесь, как и во многих местах зал. Петра Великого (Кашин и др., 2000), обильно населены усоногими раками, полихетами, митидами, устрицами, другими двусторчатными моллюсками, морскими ежами, морскими звездами. Кроме того, отбору проб предшествовали многодневные дожди, сильно взмутившие воду и увеличившие поверхностный сток, что резко снизило содержание растворенного кислорода. Здесь важно подчеркнуть, что в данной работе изучались пробы поверхностного слоя воды. Поскольку с увеличением глубины содержание кислорода в воде уменьшается, в придонных слоях кислородный режим будет гораздо более напряженным. По крайней мере, черный ил, распространенный почти повсеместно на дне бухты Парис, свидетельствует о дефиците кислорода в придонных слоях этой почти закрытой бухты. О дефиците кислорода у дна, особенно в вершинах закрытых, мел-



для летнего периода, неожиданным оказался резкий всплеск всех кислородных показателей на ст. 21 (вход в бухту Золотой Рог). Кислород (14,60 мг/л), БПК<sub>5</sub> (7,85 мг/л) и ПО (5,17 мг О<sub>2</sub>/л) — все буквально «зашкаливало». Очевидно, место отбора пришлось на зону (пятно) цветения фитопланктона, который одновременно со вспышкой численности, о чем свидетельствуют содержание кислорода и архиввысокая концентрация метаболитов, отмирал, поставляя в воду постмортальную органику, выявляемую по превышающей предельный для морской воды уровень перманганатной окисляемости. Нам приходило наблюдать аналогичную картину локальной сезонной вспышки фитопланктона, вызванной сформировавшимися в затишном участке благоприятными для развития микроводорослей условиями (Белая, Христофорова, 2011), в конце июля 2010 г. в бухте Удобной в прибрежной зоне Сихотэ-Алинского заповедника. Но если в бухте Удобной эта вспышка была вызвана предшествующей деструкцией макрофитов и поступлением в воду вследствие этого питательных веществ, то в бухте Золотой Рог питательный «бульон» мог образоваться после активной деятельности минерализаторов, переработавших обильные и разнообразные стоки, приходящие в эту бухту. Среди внутренних акваторий зал. Петра Великого бухта Золотой Рог испытывает наибольший антропогенный пресс. При небольшой площади и малом объеме водных масс эта бухта принимает более 50 % сточных вод общего объема стоков, сбрасываемых в залив (Огородникова, 2001).

Основными источниками хронического загрязнения бухты Золотой Рог органическими веществами являются сточные воды городской канализации, р. Обьяснения, протекающая в черте города и впадающая в вершину бухты, судоремонтные предприятия, несколько крупных портов, база военных кораблей. Для бухты характерен дефицит кислорода, который особенно выражен в летний период, когда его концентрация в поверхностных водах может изменяться от 1,78 мг О<sub>2</sub>/л (устье р. Обьяснения) до 4,19 мг О<sub>2</sub>/л (мыс Чуркин), по сравнению с 8,46 мг О<sub>2</sub>/л в контрольном районе (бухта Пограничная, о. Попова). Помимо загрязнения, недонасыщение вод кислородом в летний период обусловлено также низким водообменом в бухте и повышенными температурами, вызванными сбросом нагретых вод от ТЭЦ-2 в р. Обьяснения (Бузолева, 2012).

Чем теплее лето, тем раньше начинаются деструктивные процессы, в чем мы смогли убедиться, работая многие годы в бухте Киевка (Гальшева и др., 2008) и в зал. Петра Великого (Христофорова и др., 2009). В таблице приведены данные по кислородным показателям для двух крайних станций прол. Босфор Восточный — входа и выхода из него, полученные во время съемок в 2008 г. Сравнение характеристик 2008 г. с данными настоящего исследования показывает, что июль 2014 г. был существенно теплее: на мысе Басаргина температура воды была выше на 3,1 °С, на мысе Токаревского — на 2,3 °С. Осень также была теплее — на 0,9 °С на мысе Басаргина и на 1,0 °С — на мысе Токаревского. И если в 2014 г. к осени на обоих мысах деструктивные процессы уже практически закончились, что видно и по содержанию растворенного кислорода (соответственно 9,60 и 9,66 мг/л), и по показателям ПО (1,92 и 1,12 мг О<sub>2</sub>/л), то в более холодном 2008 г. они были еще очень далеки от завершения: величины перманганатной окисляемости составляли соответственно 5,00 и 4,80 мг О<sub>2</sub>/л. Низкое содержание кислорода в воде у мыса Токаревского осенью 2008 г. подтверждает его расходование на трудноокисляемую органику. Июль 2009 г. был также холоднее, чем июль 2014 г., и даже холоднее июля 2008 г.: в куту бухты Парис, например, температура воды составляла 16,3 °С, на входе в бухту — 16,9 °С. Содержание О<sub>2</sub> в воде, соответственно, было выше — 8,50 (кут) и 8,45 мг/л (вход). Судя по величинам БПК<sub>5</sub> (2,89 и 2,29 мг О<sub>2</sub>/л) и ПО (2,25 и 3,14 мг О<sub>2</sub>/л), в июле 2009 г. в бухте Парис шли одновременно и созидательные, и деструктивные процессы (Н.К. Христофорова, Е.В. Журавель, неопубликованные данные).

В прол. Босфор Восточный воды входят из Уссурийского залива, огибая мыс Басаргина. Поэтому важно было оценить, как влияют на среду пролива приходящие водные массы. Уссурийский залив, будучи самой крупной акваторией второго порядка в составе зал. Петра Великого, с большими глубинами и большим объемом водных масс, принимая меньшую долю сточных вод и являясь очень открытой акваторией, существенно менее загрязнен, чем Амурский залив. Однако в южной части западно-

го побережья Уссурийского залива к его обрывистому и скалистому берегу выходит микрорайон бухты Тихой (или бухты Сухопутной) г. Владивостока, где находится ТЭЦ-2, долгое время работавшая на буром угле, и её золоотвал, стоки из-под которого попадают в бухту Промежуточную. Рядом с ней расположена бухта Горностаи, на берегу которой многие десятки лет находилась городская свалка твердых бытовых отходов, в настоящее время рекультивированная и перенесенная несколько севернее. Почти над бухтой Промежуточной на высоком берегу полуострова строятся восточные канализационные очистные сооружения города, для ввода в строй которых осталось завершить прокладку и разводку трубопроводов. Пока же неочищенные стоки этого района поступают в юго-западную часть залива. И весной, и летом из Уссурийского залива приходят воды, слабо насыщенные кислородом, — 6,26 и 6,16 мг  $O_2$ /л, в них довольно низка активность жизни (показатели БПК<sub>5</sub> составляют здесь 0,75 и 1,67 мг  $O_2$ /л), величины же перманганатной окисляемости говорят о некотором загрязнении вод, особенно заметном весной (ПО в мае составляла 2,37 мг  $O$ /л). Как следует из данных таблицы, активность жизни в водах, проходивших мимо мыса Басаргина в 2008 г., была почти такой же, как и в настоящее время, но загрязнение вод трудноокисляющимися веществами осенью было примерно в три раза выше.

Прицельное внимание к двум восточным бухтам о. Русского не выявило каких-либо экстремальных ситуаций. Ни садковое содержание морских животных в куту бухты Парис (см. рисунок, ст. 7), ни продолжающееся строительство океанариума в бухте Житкова (см. рисунок, ст. 5) никак не сказались на качестве водной среды этой довольно закрытой акватории. Слегка пониженное содержание растворенного кислорода на обеих станциях осенью, заметно снизившееся, но не дошедшее до предельно допустимого уровня весной, к лету уже превышало 7 мг/л, свидетельствуя о приемлемых условиях среды. Показатели БПК<sub>5</sub> во все сезоны здесь были довольно низкие, и лишь небольшое повышение величины ПО до 2,28 мг  $O$ /л летом в бухте Житкова свидетельствует о некотором избытке трудноокисляемых веществ, поступающих в эту бухту при поверхностном стоке и смыве.

Бухта Аякс, отмелье берега которой изобилуют осушками и рифами, состоит из двух частей, разделяемых небольшим мысом. В южной части, окруженной кампусом университета, выделяется ст. 13 — пирс. Небольшие глубины у его оконечности (1,7–2,2 м), твердый субстрат этого гидротехнического сооружения дают пристанище различным обрастателям — как водорослям, так и беспозвоночным. Поэтому и осенью, и особенно весной здесь наблюдаются повышенные показатели БПК<sub>5</sub>. Небольшое возрастание величины перманганатной окисляемости весной по сравнению с осенью и летом, скорее всего, обусловлено береговым стоком и поверхностным смывом трудноокисляемых веществ, т.е. поступлением аллохтонной органики. О хозяйственно-бытовых стоках здесь речь идти не может, ибо они собираются и очищаются на канализационных очистных сооружениях кампуса в пос. Лесное. В северной части бухты Аякс привлекает внимание ст. 17 (см. рисунок). Здесь и осенью, и весной, как и у пирса, наблюдается повышенная активность жизни, что подтверждают величины БПК<sub>5</sub> — 2,13 и 2,75 мг  $O_2$ /л. Однако к лету эта активность резко снижается, выделение метаболитов также сильно уменьшается, и величина БПК<sub>5</sub>, равная 0,52 мг  $O_2$ /л, свидетельствует о её слабом течении. В этой бухте, посередине входа в неё, находится ещё одна выдающаяся станция — банка Скрыгина (ст. 11), окруженная осыхающими камнями и рифом, с высоким уровнем развития жизни и осенью, и весной, однако к лету активность несколько снижается.

### Заключение

Как показали сезонные обследования поверхностных вод прол. Босфор Восточный и оценка их экологического состояния по кислородным показателям, осенью с понижением температуры, завершением деструктивных процессов, требующих расхода кислорода, и усилением гидродинамики на всей изучаемой акватории устанавливается нормальный кислородный режим. Однако весной и летом во многих местах наблюдается низкое содержание кислорода, едва превышающее предельно допустимую для летнего периода

величину. Именно этот факт характеризует особенность экологических условий в проливе в теплое время года. И это настораживает, ибо пролив — это динамичные воды. Основными причинами данного явления могут быть загрязнение морских вод хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами города и его портов, многодневные дожди, предшествовавшие отбору, поднявшие большое количество тонких частиц донных осадков, преимущественно восстановленных, поверхностный снос и смыв, дополнительно принесший в водную среду взвешенный материал, и температура вод.

Воды, вошедшие в пролив из Уссурийского залива, обогнув мыс Басаргина и пройдя вдоль нагруженных гражданским и военным флотом бухт южной оконечности п-ова Муравьев-Амурский, частично выходят в Амурский залив и частично, завершив полукруг, поворачивают обратно на юго-восток вдоль северного берега о. Русского. Проходящий у мыса Житкова и водозабора океанариума, расположенного с восточной стороны острова, водный поток по-прежнему беден кислородом. Только в районе водосброса принудительно аэрируемая в океанариуме вода, да и то лишь весной, имеет приемлемое содержание растворенного кислорода.

Прицельное внимание к двум восточным бухтам о. Русского — Аякс и Парис не выявило каких-либо существенных изменений кислородных показателей, обусловленных антропогенным прессом на эти акватории. Ни садковое содержание морских животных в кутовой части бухты Парис, ни продолжающееся строительство океанариума в бухте Житкова особенно не сказались на качестве водной среды этой довольно закрытой акватории.

Однако напряженность кислородного режима в прол. Босфор Восточный в весенне-летнее время настораживает и требует регулярного наблюдения за этой акваторией.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийского научного фонда (соглашение № 14-50-00034).*

### Список литературы

**Белая С.А., Христофорова Н.К.** Экологическая характеристика прибрежных морских вод Сихотэ-Алинского биосферного заповедника // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 176–189.

**Бузолева Л.С.** Санитарно-микробиологическая оценка и источники микробного загрязнения прибрежных морских вод // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря : моногр. — Владивосток : ДВФУ, 2012. — С. 288–311.

**Гальшева Ю.А., Христофорова Н.К., Чернова Е.Н. и др.** Некоторые экологические параметры водной среды и донных отложений бухты Киевка Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 114–124.

**Звалинский В.И., Тищенко П.П., Михайлик Т.А., Тищенко П.Я.** Эвтрофикация Амурского залива // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря : моногр. — Владивосток : ДВФУ, 2012. — С. 76–113.

**Кашин И.А., Звягинцев А.Ю., Масленников С.И.** Обрастание гидротехнических сооружений в западной части залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 2000. — Т. 26, № 2. — С. 86–94.

**Контроль химических и биологических параметров окружающей среды** : справочник / под ред. Л.К. Исаева. — СПб. : Эколого-аналитический информационный центр «Союз», 1998. — 896 с.

**Огородникова А.А.** Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — 193 с.

**Подорванова Н.Ф., Ивашинникова Т.С., Петренко В.С., Хомичук Л.С.** Основные черты гидрохимии залива Петра Великого (Японское море) : моногр. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. — 144 с.

**Руководство по методам химического анализа морских вод** / под ред. С.Г. Орадовского. — Л. : Гидрометеиздат, 1977. — 208 с.

**Христофорова Н.К., Журавель Е.В., Кобзарь А.Д., Чернова Е.Н.** Химико-экологический контроль качества вод Уссурийского залива: лето-осень 2008 г. // Уссурийский залив: современное экологическое состояние, ресурсы и перспективы природопользования : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. — Владивосток : ДВГУ, 2009. — С. 13–18.

**Шишкина Л.А.** Гидрохимия : моногр. — Л. : Гидрометеиздат, 1974. — 287 с.

*Поступила в редакцию 17.12.14 г.*