

Трансформация гидрологического и термического режимов реки Обьяснения и бухты Золотой Рог в результате сброса морской воды с Владивостокской ТЭЦ-2

Н.Н. Бортин , А.М. Горчаков

 nbortin@mail.ru

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал, г. Владивосток, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. В статье рассмотрено влияние сброса морских вод после охлаждения оборудования на Владивостокской ТЭЦ-2 в р. Обьяснения на гидрологический, гидрохимический и термический режимы реки и бухты Золотой Рог. Дана оценка правомерности требования нормирования сброса морских вод. **Методы.** Использованы материалы натурных исследований Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО», Дальневосточного филиала ФГБУ РосНИИВХ и ФГБУ «Приморское УГМС». **Результаты.** Показано, что в настоящее время р. Обьяснения следует рассматривать как антропогенный водный объект, измененный в результате хозяйственной деятельности для обеспечения социальных потребностей города-порта Владивосток, не обладающий свойствами природных водных объектов и утративший категорию пресноводного водного объекта рыбохозяйственного значения. В этой ситуации требование о необходимости нормирования допустимых сбросов хлоридов и сульфатов в р. Обьяснения нереализуемо. Представлены возможные негативные и позитивные последствия в связи предполагаемой реконструкцией Владивостокской ТЭЦ-2 для бухты Золотой Рог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: р. Обьяснения, бухта Золотой Рог, морская вода, гидрологический и термический режим, технологический сброс, рыбохозяйственное значение, антропогенный водный объект.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания «Разработка научно обоснованных показателей допустимых воздействий на водные объекты прибрежных морских акваторий залива Петра Великого (Приморский край) и рекомендаций по снижению негативного антропогенного воздействия» по разделу «Научно-аналитическое обеспечение деятельности территориальных органов Росводресурсов».

Для цитирования: Бортин Н.Н., Горчаков А.М. Трансформация гидрологического и термического режимов реки Обьяснения и бухты Золотой Рог в результате сброса морской воды с Владивостокской ТЭЦ-2 // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2023. № 5. С. 54-70. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_5.

Дата поступления 26.06.2023.

TRANSFORMATION OF THE HYDROLOGICAL AND THERMAL REGIMES OF THE OBYASNENIYA RIVER AND THE ZOLOTOY ROG BAY RESULTED FROM SEAWATER DISCHARGE FROM THE VLADIVOSTOK HPP-2

Nikolay N. Bortin ✉, Anatoly M. Gorchakov

✉ nbortin@mail.ru

Far Eastern Branch of Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection, Vladivostok, Russia

ABSTRACT

Relevance. The article discusses the effect of the discharge of seawater to the Obyasneniya River on the Zolotoy Rog Bay and the river hydrological, hydro/chemical and thermal regime after being used for cooling the equipment at the Vladivostok TPP-2. The legitimacy of the requirement to regulate the discharge of sea waters is assessed. **Methods.** The materials of field studies of the Pacific branch of the “VNIRO”, the Far Eastern branch of the RosNIIVH and the “Primorskoye UGMS” were used. **Results.** It has been shown that at present the Obyasneniya River should be considered an anthropogenic water body, modified due to economic activity to meet the social needs of the port city of Vladivostok, which has lost the properties of natural water bodies and has lost the category of a freshwater body of fishery significance. In this situation, the requirement for the need to ration the permissible discharges of chlorides and sulfates in the Obyasneniya River are unrealizable. Possible negative and positive consequences for the Zolotoy Rog Bay in connection with the proposed reconstruction of the Vladivostok TPP-2 are presented.

Keywords: Obyasneniya River, Zolotoy Rog Bay, warm seawater, hydrological and thermal regime, technological discharge, fishery significance, anthropogenic water body.

Financing: The work was carried out within the framework of the “Development of scientifically based indicators of permissible impacts on water bodies in the coastal marine areas of the Peter the Great Bay (Maritime Kray) and recommendations for reducing the negative anthropogenic impact” in the section “Scientific and analytical support for activities territorial bodies of Rosvodresursy.

For citation: Bortin N.N., Gorchakov A.M. Transformation of the hydrological and thermal regimes of the Obyasneniya River and the Zolotoy Rog Bay resulted from seawater discharge from the Vladivostok CHPP-2. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2023. No. 5. P. 54-70. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_5.

Received 26.06.2023.

ВВЕДЕНИЕ

Пятидесятые и шестидесятые годы XX столетия являются периодом начала бурного развития города-порта Владивосток, строительства новых жилых районов, включая район Минного городка в пределах водосборной территории р. Объяснения, что потребовало сооружения во Владивостоке второй ТЭЦ. Строительство Владивостокской ТЭЦ-2 (ВТЭЦ-2) было начато в мае 1965 г. и завершено в 1984 г. Запуск ВТЭЦ-2 (в составе одной турбины мощностью 100 МВт и двух котлов) состоялся 22 апреля 1970 г. При проектировании ВТЭЦ-2 по причине отсутствия во Владивостоке необходимых ресурсов пресной воды для охлаждения ее агрегатов была принята прямоточная схема использования морской воды из бухты Сухопутной Уссурийского залива и сброса теплых соленых вод в р. Объяснения, которая впадает в бухту Золотой Рог. Поскольку данный объект имел (и имеет в настоящее время) большое социальное зна-

чение для города и порта Владивосток, этот проект был согласован всеми контролирующими органами. С момента начала сброса теплых соленых вод в р. Объяснения прошло более 50 лет.

Однако в 2022 г. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации и ПАО «РусГидро» неоднократно проводили совещания по вопросам нормирования сброса морских вод после охлаждения оборудования на Владивостокской ТЭЦ-2 в р. Объяснения. Это было связано с исполнением предписания Росприроднадзора от 05.10.2021 г. об устранении превышений в сбросах и в воде реки предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов (далее – ПДК) хлоридов и необходимости оформления нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ (далее – НДС) и их учета в Декларации о воздействии на окружающую среду¹.

Цель проведенного исследования – оценка правомерности требований Росприроднадзора об оформлении ПАО «РусГидро» нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ и их учета в Декларации о воздействии на окружающую среду, анализ последствий сброса теплых соленых вод с ВТЭЦ-2 на гидрологический, гидрохимический и термический режимы р. Объяснения и бухты Золотой Рог.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Река Объяснения берет начало на западных склонах Центрального хребта полуострова Муравьева-Амурского (исток на высоте 100 м) и впадает в кутовую часть бухты Золотой Рог². Длина реки – 6,2 км, площадь бассейна – 13,3 км². По р. Объяснения проходит административная граница между Ленинским (правый берег) и Первомайским (левый берег) районами г. Владивостока.

С гидрологической и экологической позиций в исторической ретроспективе состояние р. Объяснения можно разделить на два периода: естественный – до 1902 г. и последующий период антропогенного воздействия, включая строительство ВТЭЦ-2.

Естественное русло реки изначально было узкое, овражистое, сложено песчано-галечниковыми грунтами. Долина реки пойменная, к ней примыкала крупнохолмистая местность с относительными высотами 100–140 м. В верховьях долина реки была покрыта лесом и кустарником. Дно в верховьях галечно-гравелистое, берега высотой 0,6–1,2 м. Деформация русла незначительная. Питание реки преимущественно дождевое. На его долю приходилось более 80 % годового стока, за счет подземных вод – менее 20 %. В летнее время были часты паводки (6–8 за сезон), вызываемые в основном интенсивными продолжительными дождями. Подъем воды в реке быстрый, амплитуда колебания уровня воды – до двух метров. Пойма во время паводков затапливалась на 100–120 м, образуя местами большие скопления воды.

¹ Письмо РусГидро от 17.03.2022 за №1843.КС статс-секретарю, заместителю министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации Радченко С.Ю. «О сбросе морской воды после охлаждения на Владивостокской ТЭЦ- 2 (с приложениями)».

² Река Объяснения. Примпогода. Режим доступа: https://primpogoda.ru/articles/reka_ob_yasneniya. Дата обращения 06.09.2022.

Водный режим р. Объяснения в ее естественном состоянии был аналогичен водному режиму малых рек юга Приморского края. Систематических гидрологических наблюдений на реке не проводилось. Отдельные характеристики водного режима получены благодаря эпизодическим наблюдениям в предпроектный период строительства ВТЭЦ-2. Расчетный средний многолетний расход воды – 0,21 м³/с или 6654 тыс. м³/год. Расход воды 95 % обеспеченности составлял 0,032 м³/с. Внутригодовое распределение стока характеризовалось крайней неравномерностью (рис. 1).

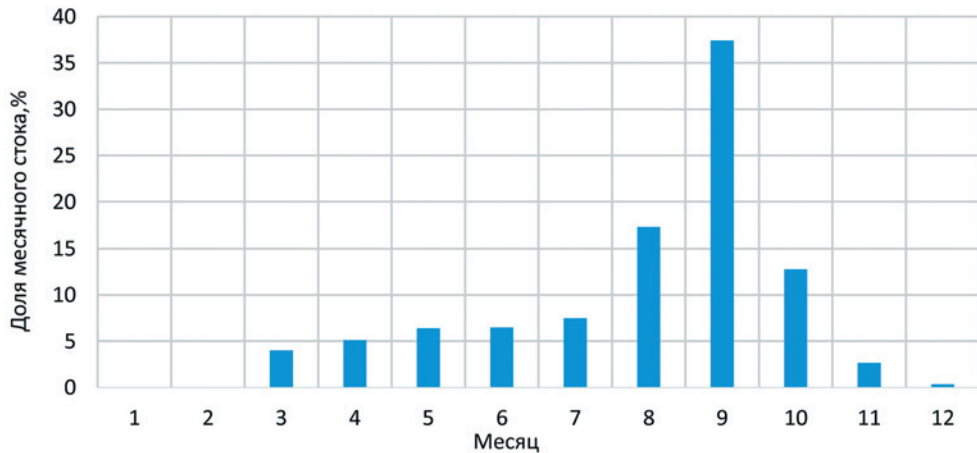


Рис. 1. Распределение стока р. Объяснения в естественном состоянии внутри года.
 Fig. 1. Distribution of the Obyasneniya River fall in the natural state within year.

Период антропогенного воздействия начался с 1902 г., когда было осуществлено осушение большого участка земли на правом берегу реки ближе к устью для строительства ипподрома [1]. В 1912 г. здесь начала действовать трамвайная линия от железнодорожного вокзала до Луговой, которая проходила по ныне Светланской улице. В 1934 г. трамвайные пути перенесли на Ивановскую линию, а к концу 1964 г. ее продолжили вдоль ул. Борисенко до Сахалинской улицы. С 1935 г. начала действовать железнодорожная линия от Первой Речки через туннель им. Сталина на Луговую и далее на Чуркин. Все эти работы проводились в бассейне р. Объяснения.

К бассейну р. Объяснения примыкал бассейн ручья Буяковка (ранее назывался ручей Госпитальная падь), который в своей нижней части протекал по лугам и непосредственно впадал в бухту Золотой Рог. К началу XX в. был образован военный городок – Минный. В первой половине XX в., в связи с застройкой Владивостока, ручей был зарегулирован каскадом запруд, а ниже запруд заключен в коллектор и соединен с р. Объяснения.

Индустриальный бум р. Объяснения пережила в 1940–1950 гг. [2], когда вдоль почти всего ее русла была разбита промышленная зона. На берегах реки выросли производственные цеха, хозяйственные и административные постройки заводов.

Запуск ВТЭЦ-2 (в составе одной турбины мощностью 100 МВт и двух котлов) состоялся 22 апреля 1970 г. При проектировании станции был предусмотрен сброс подогретой после прохождения турбин морской воды в р. Объяснения и дальше в бухту Золотой Рог. Это было сделано по двум причинам: для охлаждения турбо- и котлоагрегатов (город не располагал необходимым резервом пресной воды) и чтобы часто замерзающую бухту Золотой Рог сделать более свободной для судоходства и судоремонта³.

Для охлаждения всех агрегатов требовался объем воды порядка 200 млн м³/год. В 1970 г. Владивосток снабжался водой из двух водохранилищ: построенного в 1937 г. Пионерского (полезный объем 6,25 млн м³; водоотдача 30 тыс. м³/сут, 10,6 млн м³/год) и Богатинского, построенного в 1963 г., с полезным объемом 14,5 млн м³, водоотдачей 50–80 тыс. м³/сут, 18,2–29,2 млн м³/год, а также Шкотовского подруслового водозабора на р. Шкотовка с водоотдачей 20–100 тыс. м³/сут, 7,3–36,5 млн м³/год⁴. Суммарный водозабор из этих источников составлял лишь половину необходимого объема для охлаждения агрегатов, оставляя Владивосток без источников питьевого водоснабжения, что, конечно, было недопустимым. Поэтому для охлаждения агрегатов ВТЭЦ-2 была принята прямоточная схема использования морской воды из Уссурийского залива, бухты Сухопутной и сбросом теплых соленых вод, после охлаждения конденсаторов турбоагрегатов и промконтуров турбинного оборудования, в р. Объяснения.

В настоящее время, в соответствии с решением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края о представлении водного объекта в пользование от 02.03.2020 № 25-20.04.00.003-Р-РСВХ-С-2020-03270/00, максимальный расход морской воды на охлаждение конденсаторов турбин и промконтура вспомогательного оборудования равен 25 тыс. м³/ч. Допустимый объем забора водных ресурсов составляет 229 млн м³ за год^{1,5}.

В городской черте русло р. Объяснения было искусственно спрямлено и частично покрыто бетонными плитами, река потеряла почти половину своей естественной длины. На рис. 2 представлен продольный профиль участка реки в современных условиях протяженностью 3,2 км от устья до выхода теплых вод с ВТЭЦ-2.

Выше ВТЭЦ-2 река состоит из двух притоков, заросших лесом и захламленных бытовыми отходами. Воды притоков р. Объяснения поступают в коллектор ВТЭЦ-2, смешиваются со сбрасываемой подогретой морской водой и далее поступают в русло реки. Ниже территории Владивостокской ТЭЦ-2 р. Объяснения представляет собой «уникальный водный объект»: это река горного типа с подогретой соленой водой, для которой характерно сильное и

³ Владивостокская ТЭЦ-2. Википедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia>.

⁴ Проблемы обеспечения населения Приморского края питьевой водой и пути их решения. Региональная целевая программа «Обеспечение населения Приморского края питьевой водой». Владивосток: Дальнаука, 2000. 388 с.

⁵ Резюме нетехнического характера. АО ДГК. Режим доступа: <https://www.dvvgk.ru/uploads/attachments/dvvgk/Deyatelnost/Ecology>.

практически постоянное течение со скоростью около 2 м/с. Берегами частично служат наклонные бетонные стенки, дном – каменная наброска, переходящая в песчаный грунт (рис. 3).

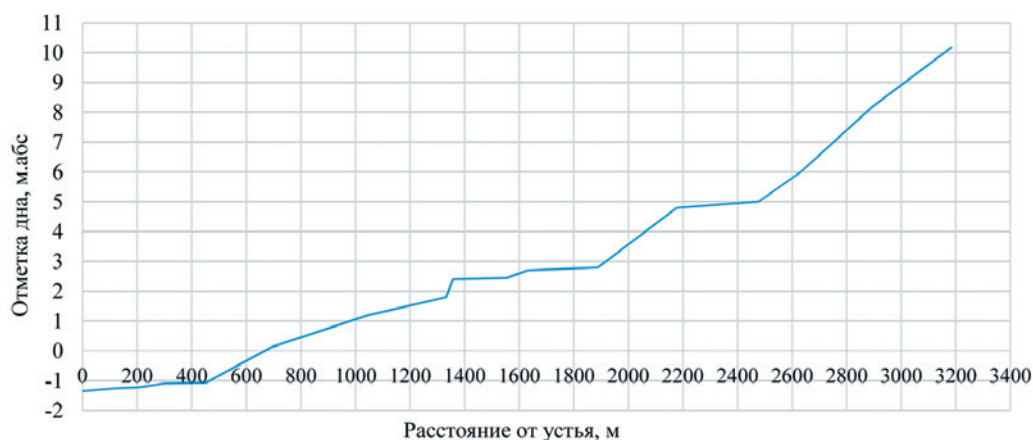


Рис. 2. Продольный профиль участка р. Объяснения длиной 3,2 км от устья.

Fig. 2. Grade profile of the Obyasneniya River range of 3.2 km from the mouth.

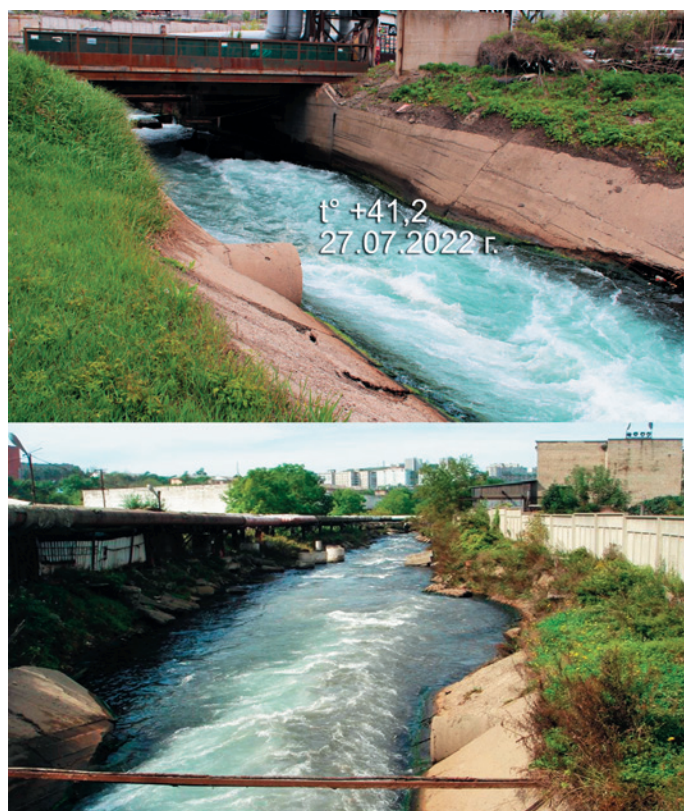


Рис. 3. Река Объяснения ниже ВТЭЦ-2.

Fig. 3. The Obyasneniya River downstream of VTTPP-2.

В настоящее время на природное распределение годового стока реки (рис. 1) ниже ВТЭЦ-2 накладывается постоянный сброс теплой морской воды порядка $7 \text{ м}^3/\text{с}$. Поэтому распределение стока имеет сглаженный вид (рис. 4). Общий годовое сток, включая естественный сток реки, составляет 213,3 млн м^3 , распределяясь по месяцам в диапазоне 22,3–27,3 %, т. е. в течение года водообмен бухты Золотой Рог за счет сброса теплых вод с Владивостокской ТЭЦ-2 увеличивается в три раза. Несмотря на то, что с момента запуска ВТЭЦ-2 и сброса соленых теплых вод в р. Объяснения прошло более 50 лет и температура воды в реке в летний период колеблется от 38 до 42 °С, до настоящего времени река отнесена к водным объектам 1 категории рыбохозяйственного значения. В соответствии с российским природоохранным законодательством сброс морских вод после охлаждения оборудования на Владивостокской ТЭЦ-2 в р. Объяснения считается серьезным нарушением.

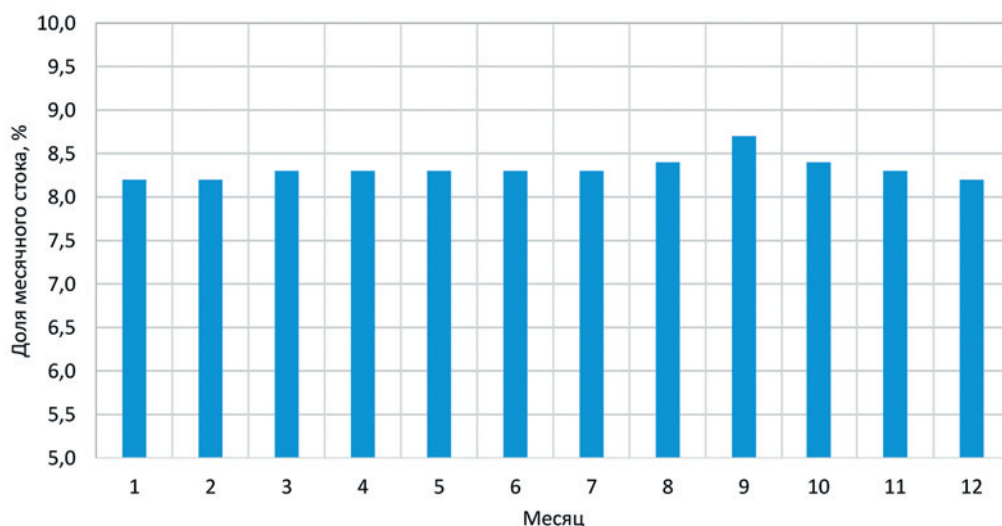


Рис. 4. Внутригодовое распределение стока р. Объяснения.

Fig. 4. The within-year distribution of the Obyasneniya River flow.

Ситуация с данным водным объектом сложилась неординарная. До ВТЭЦ-2 р. Объяснения остается пресноводным водным объектом с естественным водным режимом (перемерзает в зимний период) и замусоренной водосборной территорией, вторая половина реки, от места сброса морской воды с ВТЭЦ-2, включает не только отработанные теплые морские воды, но и стоки предприятий промышленности и ЖКХ, ливневые стоки с урбанизированной водосборной территории и не замерзает в зимний период. На водный режим и водную биоту р. Объяснения, наряду с перечисленными выше факторами, оказывает влияние и ее приток – ручей Буйковка, принимающий хозяйственно-бытовые и ливневые воды с территории прилегающего жилого микрорайона и парка Минного городка.

Изменение термического режима реки ниже ВТЭЦ-2 повлияло на термический режим вод бухты Золотой Рог, в куттовую часть которой впадает р. Объяснения.

яснения. Это привело к тому, что бухта перестала замерзать, но в отдельные годы с очень низкой температурой воздуха она покрывается льдом. Так, в суровую зиму 2023 г. 24 января большая часть акватории бухты Золотой Рог покрылась льдом сплоченностью (визуально) 8–9 баллов, за исключением кутовой части и северной береговой полосы. Это влияние рассмотрено ранее в работе [3]: р. Объяснения была исследована сотрудниками Дальневосточного филиала ФГБУ РосНИИВХ (ДальНИИВХ) в ноябре 2016 г. как источник загрязнения бухты Золотой Рог. По результатам исследования установлены основные предприятия, отводящие коммунально-бытовые, производственные и ливневые сточные воды в бухту Золотой Рог, а также содержащиеся в них загрязняющие вещества, проанализировано количество и соотношение загрязняющих веществ в сточных водах данных предприятий и качество воды р. Объяснения в ее верхнем и нижнем течении (табл. 1).

Таблица 1. Качество воды р. Объяснения в верхнем и нижнем течении
Table 1. The Obyasneniya River water quality in the downstream and upstream water

Наименование показателей	Единица измерений	ПДК _{рх}	Место отбора проб		
			В районе сброса ВТЭЦ-2	В месте впадения ручья Буйковка	Устье р. Объяснения
Окраска	–	–	Бесцветная	Светлосерая	Светлосерая
Запах			Отсутствует	Слабый фекальный	Слабый специфический
Кислород растворенный	мг/дм ³	Зимой – 4,0; Летом – 6,0	10,25	8,67	7,99
Взвешенные вещества	мг/дм ³	Фон + 0,25 мг	8,55	9,65	5,75
БПК ₅	мг/дм ³	2,0	0,79	3,51	3,03
ХПК	мг/дм ³	15,0	89,1	102,8	Не опр.
Аммоний-ион (по N)	мг/дм ³	0,4	0,12	0,69	1,81
Нитрит-ион (по N)	мг/дм ³	0,02	0,020	0,14	1,93
Нитрат-ион (по N)	мг/дм ³	9,0	0,12	0,21	0,205
Фенолы летучие	мг/дм ³	0,001	0,0016	0,0018	<0,001
АПАВ	мг/дм ³	0,1	0,013	0,094	Не опр.
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,1	0,006	0,086
Марганец	мкг/дм ³	10,0	4,9	22,0	46,5
Железо растворенное	мг/дм ³	0,1	0,071	<0,05	0,07
Цинк	мкг/дм ³	10,0	14,0	25,0	26,0
Медь	мкг/дм ³	1,0	2,3	6,2	2,3
Свинец	мкг/дм ³	6,0	0,47	1,8	0,44

В упомянутой статье на основе инструментальных полевых изысканий было показано, что температура воды в бухте Золотой Рог в холодный период изменяется от $+13^{\circ}\text{C}$ в устье р. Обьяснения и до $1,5^{\circ}\text{C}$ – в корневой части бухты (рис. 5), а концентрация растворенного кислорода в бухте увеличивается по мере удаления от устья р. Обьяснения (рис. 6).

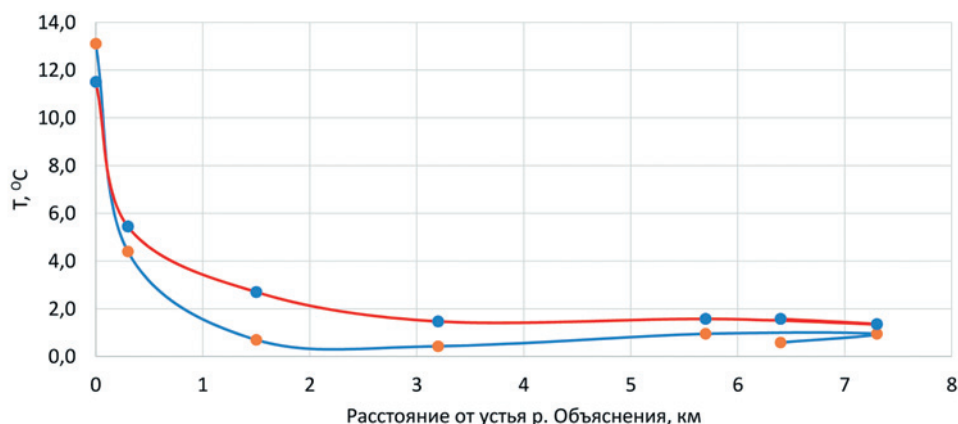


Рис. 5. Изменение температуры воды в бухте Золотой Рог по мере удаления от устья р. Обьяснения: синяя линия – 15.11.2016 г., красная – 18.11.2016 г.
 Fig. 5. The temperature change in the Zolotoy Rog Bay in proportion to the distance from the Obyasneniya River mouth: blue line: November 15, 2016; red line: November 18, 2016.

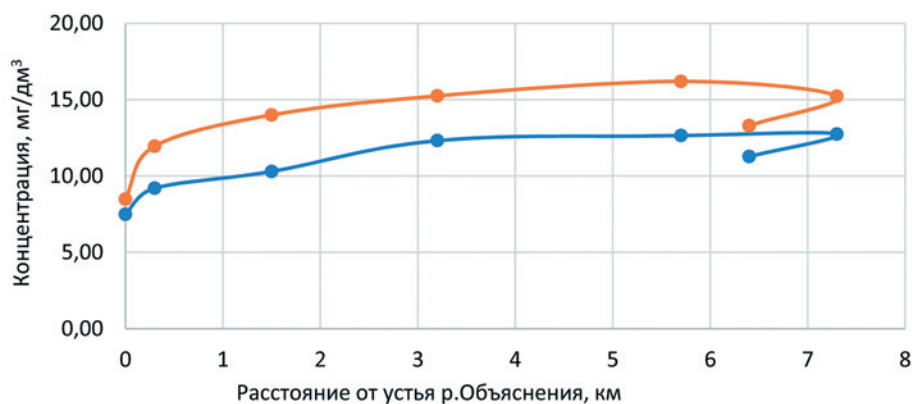


Рис. 6. Содержание кислорода в бухте Золотой Рог по мере удаления от устья р. Обьяснения: синяя линия – 15.11.2016 г., красная – 18.11.2016 г.
 Fig. 6. Oxygen content in the Zolotoy Rog Bay in proportion to the distance from the Obyasneniya River mouth: blue line: November 15, 2016; red line: November 18, 2016.

В декабре 2019 г. сотрудниками Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) выполнена научно-исследовательская работа «Оценка текущего состояния водных биологических ресурсов и среды их обитания реки Обьяснения при реализации проекта «Реконструкция турбоагрегатов ст. №№ 1, 2, 3 и модернизация к/а ст. 1-8 Владивостокской ТЭЦ-2»^{1,5}. В отчете констатируется,

что после строительства ВТЭЦ-2 река потеряла свое рыбохозяйственное значение, вся водная биота изменилась на устойчивые к сильной эвтрофикации крайне малочисленные теплолюбивые галофильные таксоны, что свидетельствует о высоком тепловом загрязнении воды. Отмечено также, что согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов рыбохозяйственного значения, температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5 °С с общим повышением температуры не более чем до 20 °С летом и 5 °С зимой для водных объектов, где обитают холодолюбивые рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой – в остальных случаях. Состояние р. Объяснения не соответствует данным требованиям. Это подтверждают и исследования, выполненные специалистами ДальНИИВХ, которые показали, что на разных участках реки ниже ВТЭЦ-2 наблюдается очень высокая температура воды (табл. 2). В 2022 г. 27 июля температура воды в р. Объяснения ниже ВТЭЦ-2 и до впадения ручья Буяковка колебалась от 41,2 °С до 38,4 °С. Температура сбрасываемой с ВТЭЦ-2 воды после охлаждения конденсаторов паровых турбин через выпуск № 1 превышала допустимые для водоемов рыбохозяйственного значения нормативы во все сезоны года.

Таблица 2. Температура воды в р. Объяснения в разные периоды года

Table 2. The Obyasneniya River water temperature un different seasons

Место измерения	Расстояние от устья реки, м	Температура воды, °С
28.02.2018 г. Температура воздуха -5 °С		
Ниже ВТЭЦ-2	3470	9,6
Мостик 2	1970	10,2
Перед впадением руч. Буяковка	500	10,2
руч. Буяковка	500	11,4
Ниже слияния ручья с рекой	400	10,3
27.07.2022 г. Температура воздуха 23 °С		
Ниже ВТЭЦ-2	3470	41,2
Мостик 1	2570	41
Мостик 2	1970	40,2
Перед впадением руч. Буяковка	500	38,4
24.01.2023 г. Температура воздуха -23 °С		
Ниже ВТЭЦ-2	3470	14,0
Мостик 2	1970	13,8
Перед впадением руч. Буяковка	500	13,4
руч. Буяковка	500	11,6
14.06.2023 г. Температура воздуха 25 °С		
Ниже ВТЭЦ-2	3470	34,2
Мостик 2	1970	33,4
Перед впадением руч. Буяковка	500	32,8
руч. Буяковка	500	21,0

По данным Тихоокеанского филиала Всероссийского научно исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, средние значения солености воды, поступающей из сбросного канала в русло р. Объяснения из ВТЭЦ-2, колеблются в районе 31,00 ‰, что соответствует значению солености воды Уссурийского залива. Пробы по БПК₅ не соответствуют установленным ПДК для рыбохозяйственных водных объектов, также прослеживается обратная зависимость между содержанием растворенного кислорода и БПК₅. Содержание фосфатов в реке не удовлетворяет требованиям ПДК_{рх} по всему протяжению русла. От ВТЭЦ-2 до устья концентрация нитратов постепенно увеличивается и на входе в кутовую часть составляет 301,81 мкг/л. Увеличение концентрации нитратов от места сброса воды с ВТЭЦ-2 до устья указывает на накопление и постоянное поступление загрязняющих веществ.

Река Объяснения на всем протяжении от ВТЭЦ-2 до устья имеет заросшее водорослями дно, отчетливо ощущается запах сточных вод. Ихтиоцен встречается лишь в холодный период в устьевой части реки, в зоне смешения ее вод с водами бухты Золотой Рог (порядка 500–700 м), и включает следующие виды прибрежных рыб: лобан (*Mugil cephalus*); молодь дальневосточных красноперок (*Tribolodon brandtii* и *T. hakonensis*); малоротые корюшки (виды рода *Hypomesus*); азиатская зубатая корюшка (*Osmerus dentex*); бычки (виды семейств Cottidae и Gobiidae); тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii*) и другие виды.

В соответствии с заключением Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии о том, что после строительства ВТЭЦ-2 река потеряла свое рыбохозяйственное значение, Приморское территориальное управление Росрыболовства письмом от 14.02.2020 № 05-12/948 в адрес филиала «Приморская генерация» АО «Дальневосточная генерирующая компания» уведомило о допустимости влияния сброса соленых теплых вод в р. Объяснения на водные биологические ресурсы и среду их обитания и согласовало осуществление дальнейшей деятельности ВТЭЦ-2 по сбросу соленых теплых вод в р. Объяснения.

С учетом заключения Росрыболовства о допустимости влияния сброса морских теплых вод на водные биологические ресурсы и среду их обитания Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края выдано «Решение о представлении водного объекта в пользование (река Объяснения бассейна Японского моря) Владивостокский городской округ». Срок водопользования установлен с 2 марта 2020 г. по 2 марта 2025 г.^{1,5}

В соответствии с Приказом Минсельхоза России⁶ и вышеупомянутым предписанием Росприроднадзора¹, качество воды в р. Объяснения в месте сброса ВТЭЦ-2 соленых теплых вод не должно превышать допустимых концентраций веществ для пресноводных водных объектов рыбохозяйственного значения. Предписанием Росприроднадзора установлен срок оформления нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ (17.01.2022) и их учет

⁶ Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

в Декларации о воздействии на окружающую среду. Как справедливо отмечает ПАО «РусГидро», разработка НДС на основании ПДК пресных водоемов при использовании в контуре охлаждения морских теплых вод приведет к фактической невозможности их достижения. Очистку сбросов соленых теплых вод до параметров пресной воды технически невозможно реализовать. Создать изолированный канал (коллектор) сброса воды в бухту Золотой Рог, минуя р. Объяснения, также невозможно по причине расположения ВТЭЦ-2 в черте городской застройки и освоенности прилегающей территории¹.

Учитывая, что решение о строительстве ВТЭЦ-2 имело большое социальное значение для развития города-порта Владивосток, а для охлаждения агрегатов станции город не располагал и не располагает до настоящего времени необходимыми пресноводными ресурсами, органами власти было принято единственно правильное, безальтернативное решение о заборе морской воды из Уссурийского залива и сбросе подогретой после прохождения турбин морской воды в р. Объяснения и далее в бухту Золотой Рог. Возражений на момент проектирования и строительства станции у природоохранных органов и Росрыболовства не было: проект был одобрен и реализован.

Рассмотрим кратко, как сложившаяся ситуация отразилась на гидрологическом режиме бухты Золотой Рог, какие изменения с момента образования порта Владивосток произошли с ее морфометрическими характеристиками, каковы перспективы развития порта и ВТЭЦ-2 и как технологические сбросы теплых соленых вод повлияли на изменения гидрохимического и термического режимов бухты Золотой Рог.

Бухта Золотой Рог – объект комплексного водопользования, подверженный значительному антропогенному воздействию. С начала образования порта до настоящего времени произошла существенная трансформация ее морфометрических характеристик: площадь бухты уменьшилась на 19 %; объем – на 5 %; средняя глубина за счет изъятия мелководных прибрежных участков увеличилась на 1,4 м; строительство городской агломерации изменило ландшафт водосборной территории. Строительство причалов в районе береговой полосы и части акватории привело к засыпке мелководной зоны бухты, что ухудшило процессы водообмена вдоль береговой линии. Бухта и впадающая в нее р. Объяснения стали приемниками сточных вод предприятий и ливневых вод с урбанизированной территории, в результате этого произошло значительное загрязнение вод и донных отложений. До настоящего времени в бухту ежегодно сбрасывается свыше 14 млн м³ сточных вод, из них более 9 млн м³ – без очистки⁷ [4–8].

Бухта Золотой Рог является частью «Свободного порта Владивосток», для которого, в соответствии с Федеральным законом⁸, установлены меры государственной поддержки предпринимательской деятельности, направленные на расширение трансграничной торговли, развитие транспортной

⁷ Приморские эксперты о Золотом Роге: У семи няnek бухта в грязи. Режим доступа: <https://ria.ru/vl/20131204/981747762.html>.

⁸ Федеральный закон «О свободном порте Владивосток» от 13.07.2015. № 212.

инфраструктуры и включения Приморского края в глобальные транспортные маршруты. Закон о придании порту Владивосток статуса порто-франко вступил в силу 12 октября 2015 г. Основная цель данного закона – наращивание товарооборота в портовых зонах Приморского края, превращение их в крупнейшие перевалочные пункты Азиатско-Тихоокеанского региона. По прогнозам аналитиков, реализация проекта «Свободный порт Владивосток» позволит увеличить валовый продукт Приморья к 2034 г. почти в 3,5 раза. Доминирующая роль в реализации этой задачи возложена на терминалы порта бухты Золотой Рог.

В связи с открытием «Свободного порта Владивосток», антропогенная нагрузка на акваторию бухты существенно увеличивается. В настоящее время в районе береговой полосы бухты расположено 18 морских терминалов, планируется реконструкция Владивостокской ТЭЦ-2. По проекту 1970-х годов объем забора и сброса морской воды, необходимой для охлаждения оборудования, будет восстановлен до проектных значений $49\,200\text{ м}^3/\text{ч}$ ($13,7\text{ м}^3/\text{с}$). На стадии проектирования будут пересогласованы установленные лимиты ($25\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ или $6,94\text{ м}^3/\text{с}$)⁵.

Какие последствия можно спрогнозировать в связи с предполагаемой реконструкцией ВТЭЦ-2 для бухты Золотой рог и порта Владивосток?

Негативные последствия. Увеличение в два раза объема сброса теплых вод с ВТЭЦ-2 невозможно в условиях современной емкости русла р. Объяснения, для этого необходимо будет либо расширить участок русла реки от ВТЭЦ-2 до устья, что невозможно в связи с плотной застройкой поймы, либо углубить (практически в два раза) русло и проложить на этом участке закрытый коллектор с пропускной способностью $13,7\text{ м}^3/\text{с}$.

Как отмечено в Постановлении № 3899 «Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения Владивостокского городского округа на период 2014–2025 гг.», земельные участки вдоль реки не муниципальные – либо в чьем-то пользовании, либо не разграниченные. Согласно генеральному плану развития территории Владивостокского городского округа, там расположены общественно-деловые, жилые, смешанные, производственные зоны, зона инженерной и транспортной инфраструктур. Сам водный объект, включая побережье, находится в ведении субъекта Российской Федерации. По Водному кодексу Российской Федерации, приватизация побережья (территория водоохранной зоны) запрещена^{9,10}.

Позитивные последствия. Как отмечено выше, технологические сбросы морских теплых вод с ВТЭЦ-2 в настоящее время привели к увеличению водообмена бухты Золотой Рог более чем в три раза, что обусловило:

- улучшение качества воды в бухте по гидрохимическим показателям;
- улучшение кислородного режима вод бухты;

⁹ Администрация города Владивостока. Постановление от 31 декабря 2013 г. № 3899 «Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения Владивостокского городского округа на период 2014–2025 гг.». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/432855836>.

¹⁰ Река Объяснения во Владивостоке избавляется от канализационных стоков и ждет регенерации. Режим доступа: <https://primamedia.ru/news/>.

– изменение термического режима и улучшение условий навигации в бухте в зимний период.

Дополнительный сброс теплых вод с ВТЭЦ-2 в перспективе улучшит состояние качества воды бухты Золотой Рог, в зимний период предотвратит возможное замерзание зон, где расположены инфраструктура Дальзавода и Владивостокского морского порта, что позволит вести навигацию судов круглый год. Дополнительный объем сброса теплых вод с ВТЭЦ-2 снизит уровень загрязнения воды в застойных зонах бухты Золотой Рог за счет гидродинамического переноса загрязняющих веществ и будет способствовать увеличению самоочищающей (ассимиляционной) способности экосистемы бухты в целом. Тем более, что бухта Золотой Рог гидравлически связана с проливом Босфор Восточный [9–11].

Как отмечено выше, несмотря на то что с момента запуска ВТЭЦ-2 и сброса соленых теплых вод в р. Объяснения прошло более 50 лет, до настоящего времени река, по данным Приморского территориального управления Росрыболовства, отнесена к водоемам 1 категории рыбохозяйственного значения. По результатам исследований Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» р. Объяснения ниже сброса теплых вод с ВТЭЦ-2 не соответствует общим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов рыбохозяйственного значения⁵. Очевиден вопрос: к какой же категории в современных условиях с учетом антропогенной нагрузки следует отнести водохозяйственный объект – р. Объяснения?

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды»¹¹ выделены следующие понятия:

- природно-антропогенный объект – природный объект, измененный в результате хозяйственной или иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;
- антропогенный объект – объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

Река Объяснения разделена по длине на два участка: от истока до ВТЭЦ-2 – участок с естественным водным режимом, от ВТЭЦ-2 до устья – с измененным в результате хозяйственной деятельности. Первый участок реки, несмотря на незначительную застройку его водосборной территории, является природным водным объектом, сохранившим естественную экологическую систему, природный ландшафт и соответствующие им элементы и свойства. Второй участок – это антропогенный водный объект, измененный в результате хозяйственной деятельности для обеспечения социальных потребностей и не обладающий свойствами природных водных объектов. Данный участок реки испытывает в настоящее время следующие виды воздействия: привнос тепла; сброс морской воды, что привело к превышению предельно допустимых концентраций солей хлоридов и сульфатов, установленных для пресно-

¹¹ Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002. № 7-ФЗ.

водного водного объекта рыбохозяйственного значения; привнос химических веществ от стоков ЖКХ и других предприятий города.

Поскольку, как отмечено выше, первые два вида воздействия являются следствием обеспечения социальных потребностей города-порта Владивосток, а хлориды и сульфаты не обладают канцерогенными, мутагенными свойствами, относятся к IV классу опасности и практически не оказывают влияния на окружающую среду, ПАО «РусГидро» не должно оформлять нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ с учетом требований Декларации о воздействии на окружающую среду. Третий вид воздействия не относится к деятельности ВТЭЦ-2, это проблема города-порта Владивосток, и она в значительной степени будет решена с вводом в эксплуатацию Южных очистных сооружений.

ВЫВОДЫ

В настоящее время р. Объяснения следует рассматривать как антропогенный водный объект, измененный в результате хозяйственной деятельности для обеспечения социальных потребностей города-порта Владивосток, не обладающий свойствами природных водных объектов и утративший категорию пресноводного водного объекта рыбохозяйственного значения. В сложившейся ситуации требование о необходимости нормирования допустимых сбросов хлоридов и сульфатов в р. Объяснения нереализуемо.

Сброс теплой морской воды с ВТЭЦ-2 после охлаждения оборудования в реку и далее в бухту Золотой Рог обеспечивает решение социально-экологических проблем города-порта Владивосток:

- позволяет экономить значительные объемы пресной воды;
- снижает уровень загрязнения воды в застойных зонах бухты Золотой Рог в результате увеличения, более чем в три раза, водообмена за счет сбрасываемой с ВТЭЦ-2 теплой морской воды;
- предотвращает замерзание бухты Золотой Рог в зимний период, что дает возможность осуществлять навигацию судов круглый год.

Считаем правомерным выводы «РусГидро» о том, что исключение сбросов теплых соленых вод с ВТЭЦ-2 в р. Объяснения приведет к ухудшению экологического состояния реки, бухты Золотой Рог и прилегающей к ней части Владивостока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марус Я.В., Казанцев П.А. Регенеративное проектирование как основа восстановления городских экосистем Владивостока (на примере реки Объяснения) // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2018. № 1(34). С. 91–102.
2. Зайцева Е., Балашов А. Ипподром, первые полеты авиаторов, стадион и рынок: богатая, но почти забытая история владивостокской реки Объяснения. Режим доступа: <http://www.newsvl.ru/vlad/2016/09/29/152094/>.
3. Бортин Н.Н., Крапивенцев Н.В., Горчаков А.М., Белевцов А.А., Дьяченко К.Н. Река Объяснения как источник загрязнения бухты Золотой Рог / Сб. докладов XIV международного научно-практического симпозиума «Чистая вода России», 18–20 апреля 2017 г., Екатеринбург. С. 205–211.

4. Бортин Н.Н. Последствия антропогенного воздействия на бухту Золотой Рог и ее водосборную территорию / Сб. докладов XI Международного экологического форума «Природа без границ», 30–31 октября 2017. Владивосток. С. 59–61.
5. Бортин Н.Н., Дьяченко К.Н., Зверев А.В., Спесивцева Е.Е. Оценка воздействия портовых сооружений на прибрежные морские акватории (на примере залива Петра Великого Японского моря) / Сб. докладов XVI международного научно-практического симпозиума «Чистая вода России», 17–20 мая 2021 г., Екатеринбург. С.15–21.
6. Ермолицкая М.З., Кочетова О.А. Гидрохимическое исследование бухты Золотой Рог за 2008–2009 годы // Вестник Морского государственного университета. Сер. Теория и практика защиты моря. Вып. 41/2010. С. 17–21.
7. Бабко С., Станов Р. Бухта Золотой рог на грани экологической катастрофы // Дальневосточное бюро «ТВ Центра». Владивосток, 2013. Режим доступа: <http://www.tvc.ru/news/show/id/26641/slider>.
8. Ростов И.Д., Рудых Н.И., Ростов В.И. Межгодовая динамика уровня загрязненности акваторий залива Петра Великого за последние 40 лет // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6. С. 49–63.
9. Совга Е.Е., Мезенцева И.В. Методические аспекты оценок самоочистительной способности морских мелководных экосистем (заливов, бухт, портов) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2017. С. 57–68.
10. Бортин Н.Н., Милаев В.М., Горчаков А.М., Белевцов А.А. К определению нормативов допустимого воздействия по привносу химических и взвешенных веществ на прибрежные морские акватории Японского моря на примере бухты Золотой Рог / Тезисы докладов Всероссийской научн. конф. «Моря России: исследования береговой и шельфовой зон (XXVIII береговая конференция)». Севастополь, 2020. С. 367–369.
11. Бортин Н.Н., Горчаков А.М., Милаев В.М., Белевцов А.А. Методические подходы к определению НДВ по химическим и взвешенным веществам на прибрежные морские акватории (на примере отдельных бухт залива Петра Великого Японского моря) / Сб. докладов XVI между. научно-практ. симпозиума «Чистая вода России», 17–20 мая 2021. Екатеринбург. С. 4–14.

REFERENCES

1. Marus Y.V., Kazantsev P.A. Regenerative designing as a basis for restoration of the urban eco-systems of Vladivostok (the Obyasneniya River as a study case). *News bulletin of the Far Eastern Federal University Engineering School*. 2018. No. 1(34). P. 91–102 (In Russ.).
2. Zaytseva E., Balashov A. Race track, first flights of aviators, stadium, and market: rich but almost forgotten history of the Vladivostok Obyasnenia River. Access regime: <http://www.news1.ru/vlad/2016/09/29/152094/> (In Russ.).
3. Bortin N.N., Krapiventsev N.V., Gorchakov A.M., Belevtsov A.A., Dyachenko K.N. The Obyasneniya River as a source of pollution for the Zolotoy Rog Bay. *Proceedings of XIV International Scientific/practical Symposium "Clean Water of Russia"*, April 18-20, 2017, Ekaterinburg. P. 205–211 (In Russ.).
4. Bortin N.N. Consequences of anthropogenic impact upon the Zolotoy Rog Bay and its catchment territory. *Proceedings of XI International Ecological Forum "Nature without Borders"*, October 30-31, 2017, Vladivostok. P. 59–61 (In Russ.).
5. Bortin N.N., Dyachenko K.N., Zverev A.V., Spesivtseva E.E. Assessment of the port facilities' impact on the offshore marine water areas (the Peter the Great bay of the Sea of Japan as a study case). *Proceedings of XIV International Scientific/practical Symposium "Clean Water of Russia"*, May 17-20, 2021, Ekaterinburg. P.15–21 (In Russ.).
6. Yermolitskaya M.Z., Kochetova O.A. Hydro/chemical survey of the Zolotoy Rog Bay over 2008-2009. *News bulletin of the Marine state University, Series: Theory and practice of sea protection*. Vyp. 41/2010. P. 17–21 (In Russ.).
7. Babko S., Stanov R. The Zolotoy Rog Bay on the verge of environmental disaster. *Far Easter Bureau of "TV Center"*. Vladivostok. 2013. Access regime: <http://www.tvc.ru/news/show/id/26641/slider> (In Russ.).

8. Rostov I.D., Rudykh N.I., Rostov V.I. Inter-year dynamics of the pollution level of the Peter the Great Bay over the past 40 years. *News bulletin of the Far Easter Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2015. No. 6. P. 49–63 (In Russ.).
9. Sovga E.E., Mezentseva I.V. Methodical aspects of estimations of the marine shallow-water ecosystems (bays and ports) self-purification ability. *Ecological safety of the seashore and offshore zones*. 2017. P. 57–68 (In Russ.).
10. Bortin N.N., Milayev V.M., Gorchakov A.M., Belevtsev A.A. On determination of the norms of permissible impact in terms of input of chemical and suspended substances to the offshore marine water areas of the Sea of Japan with the Zolotoy Rog Bay as an example. *Abstracts of the reports on All-Russian Scientific conference "Seas of Russia: Surveys of the shore and offshore zones" (XXVIII Shore Conference)*. Sevastopol, 2020. P. 367–369 (In Russ.).
11. Bortin N.N., Gorchakov A.M., Milayev V.M., Belevtsev A.A. Methodical approaches to determination of the norms of permissible impact in terms of chemical and suspended substances on offshore marine water areas (with some bays of the Peter the Great bay of the Sea of Japan as examples). *Proceedings of XIV International Scientific/practical Symposium "Clean Water of Russia"*, May 17-20, 2021. Ekaterinburg. P. 4–14 (In Russ.).

Сведения об авторах:

Бортин Николай Николаевич, д-р геогр. наук, руководитель, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал, Россия, 690002, Владивосток, а/я 124, Некрасовская 53 Б; e-mail: nbortin@mail.ru

Горчаков Анатолий Михайлович, канд. геогр. наук, главный специалист, водохозяйственный отдел, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал, Россия, 690002, Владивосток, а/я 124, Некрасовская 53 Б; e-mail: goram150341@gmail.com

About the authors:

Nikolay N. Bortin, Doctor of Geographic Sciences, Head, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection Far Eastern Branch, ul. Nekrasovskaya, 53B, P.O. Box 124, Vladivostok, 690002, Russia; e-mail: nbortin@mail.ru

Anatoly M. Gorchakov, Candidate of Geographical Sciences, Chief Specialist, Water Management Department, Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection Far Eastern Branch, ul. Nekrasovskaya, 53B, P.O. Box 124, Vladivostok, 690002, Russia; e-mail: goram150341@gmail.com