

Научная статья

УДК 556.423

DOI: 10.37102/0869-7698_2023_227_01_12

EDN: XRPLTZ

Освоение острова Русский (Японское море) и необходимость возведения искусственного канала бухта Новик – Уссурийский залив

Т.Р. Кильматов

Талгат Рустемович Кильматов

доктор физико-математических наук, профессор

Морской государственный университет, Дальневосточный федеральный университет,
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток
talgat_k@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0574-1452>

Аннотация. Обсуждается необходимость соединения ктовой части бухты Новик о-ва Русский с Уссурийским заливом искусственным каналом. Цель – обеспечение экологической устойчивости бухты Новик с помощью дополнительной интенсификации водообмена с прилегающими акваториями для компенсации антропогенной нагрузки вследствие урбанизации о-ва Русский. Приводятся аргументы и количественные оценки объема циркуляции.

Ключевые слова: о-в Русский (Японское море), бухта Новик, экологическая устойчивость, искусственный подземный канал

Для цитирования: Кильматов Т.Р. Освоение острова Русский (Японское море) и необходимость возведения искусственного канала бухта Новик – Уссурийский залив // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 1. С. 139–144. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_227_01_12.

Финансирование. Работы выполнялись по теме государственного задания «Исследование и мониторинг климатически активных веществ, явлений и процессов в дальневосточных морях и их прибрежных зонах», регистрационный номер 122110700009-1.

Rusky Island (Sea of Japan) urbanization and the necessity to build an artificial channel between Novik and Ussuri Bays

T.R. Kilmatov

Talgat R. Kilmatov

Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor

Marine State University, Far Eastern Federal University, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia

talgat_k@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0574-1452>

Abstract. The necessity of connecting the apex part of the Novik Bay of Rusky Island with the Ussuri Bay by an artificial channel is discussed. The goal is to increase the water flow and to increase water exchange for the environmental sustainability of Novik Bay. Quantitative estimates of the increase in circulation to compensate for the growth of anthropogenic load due to further urbanization of the Rusky Island are given.

Keywords: Rusky Island (Sea of Japan), Novik Bay, environmental sustainability, artificial underground channel

For citation: Kilmatov T.R. Rusky Island (Sea of Japan) urbanization and the necessity to build an artificial channel between Novik and Ussuri Bays. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(1):139-144. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_227_01_12.

Funding. The works were carried out under the subject of the state assignment “Studies and monitoring of the climate-active substances, phenomena and processes in the Far-Eastern seas and its coastal areas”, Reg. No. 122110700009-1.

Развитие Владивостока и сохранение прилегающих акваторий

Последнее десятилетие город Владивосток активно развивается в направлении урбанизации о-ва Русский. Это связано с построением моста на остров, кампуса Дальневосточного федерального университета, Океанариума. Обсуждается дальнейшее освоение острова, площадь которого сравнима с площадью Владивостока. В планах – создание второго моста через о-в Елены, дополнительных дорог, расширение строительства.

Принципиальным вопросом в развитии города-порта является экологическая устойчивость прилегающих к нему акваторий. Кроме создания очистительных сооружений здесь требуется учет особенностей циркуляции, изрезанности береговой черты бухтами со стороны Уссурийского и Амурского заливов. Чем уже и протяженной бухта, тем более она закрытая и тем затруднительнее ее естественная циркуляция; как следствие, при прочих равных условиях водообмен здесь ограничен. В этом ряду особое место занимает бухта Новик о-ва Русский, внешне напоминающая реку шириной и глубиной порядка 1 км и 10 м соответственно, которая входит вглубь острова примерно на 12 км (см. рисунок).

В настоящее время данная акватория находится в сложном экологическом состоянии вследствие антропогенного давления, которое в процессе урбанизации о-ва Русский будет только возрастать. Ниже излагается авторская точка зрения относительно путей решения этой проблемы с минимальным количеством узкоспециальных терминов и формул, чтобы

привлечь к обсуждению большее количество участников. Узкоспециальные вопросы и расчеты – в ссылках на литературу.

Современное экологическое состояние бухты Новик

Немногочисленные прямые наблюдения за донной биотой, биологическими, химическими параметрами бухты [1–3] показывают проблемное состояние экосистемы бухты Новик. Отмечается летний дефицит концентрации растворенного кислорода в придонных водах, в том числе гипоксия в прилегающих к городу акваториях (Амурский залив, прол. Босфор Восточный) [4, 5]. Отрицательные показатели производства кислорода на глубине свидетельствуют о недостаточных циркуляции и перемешивании вод.

Для бухты Новик ситуация еще критичнее. В настоящее время в кутовой ее части в летний период уже без научной аппаратуры отмечаются запах гниения и низкая прозрачность воды. Это косвенно демонстрирует недостаточность циркуляции и притока воды в бухту. Потоковый обмен воды между бухтой Новик и Амурским заливом не компенсирует современного антропогенного давления на бухту с точки зрения экологического баланса. Безусловно, важную роль в компенсации антропогенного давления играют очистительные сооружения во всех прилегающих к бухте поселениях (см. рисунок), но даже стопроцентное очищение и слив чистой пресной воды приводят к нарушению соленосного баланса акватории. В частности, с 2013 г. в кутовую часть бухты ежедневно поступает более 10^2 м^3 пресной воды из коллекторных очистительных сооружений Дальневосточного федерального университета.

Сезонный муссон как ежегодный компенсатор антропогенного воздействия на Амурский и Уссурийский заливы и особенность самоочищения бухты Новик

Акватория зал. Петра Великого и г. Владивосток находятся под воздействием хорошо выраженных муссонных ветров (весенне-летний южный влажный морской ветер и осеннее-зимний континентальный сухой воздух от ветров северных направлений). Для Владивостока это является благоприятным «вентилятором», обеспечивающим естественное самоочищение воздуха над городом. Расположение зал. Петра Великого таково, что генеральное направление выхода из залива – в Японское море, на юг. Северный ветер в Амурском и Уссурийском заливах создает дрейфовое течение в направлении выноса поверхностных вод из залива с компенсацией унесенного объема свежими водами Японского моря. В частности, количественная модельная оценка показывает [6, 7], что в осенне-зимний сезон до периода ледостава северный ветер со скоростью порядка 10 м/с создает дрейфовый поток из Амурского залива, и в течение двух недель происходит обновление вод в прилегающей к Владивостоку части залива. В этот период ранней осенью наблюдаются резкое охлаждение и увеличение прозрачности воды в заливах. Резюмируя сказанное, можно заключить, что Амурский и Уссурийский заливы благодаря своему географическому положению имеют природный механизм обновления и самоочищения вод в масштабе годового цикла в осенний период.

Для бухты Новик этот механизм самоочищения не действует. Бухта Новик о-ва Русский имеет географическое расположение входной части в Амурский залив в генеральном направлении на север. В этом случае осенний муссон «работает» на нагон в кутовой части, повышение уровня моря, т.е. на «запирание» вод. В летний период южный муссон имеет слабую эффективность вследствие блокировки ветров сопками о-ва Русский. Одновременно летом южный ветер создает нагон в Амурском заливе, и превышение уровня воды в нем также частично затрудняет выход вод из бухты Новик.

Подтверждение слабой циркуляции воды в бухте Новик демонстрируют обобщенные натурные наблюдения [7]: значительный перепад солености и температуры поверхностного



Остров Русский, бухта Новик и прилежащие акватории; Н – жилые постройки на побережье бухты; а-в – существующий канал между островами Русский и Елены; А-В – схематическое расположение подземного канала между бухтой Новик и Уссурийским заливом

слоя воды между входной и кутовой частями бухты. Отметим также, что в настоящее время прямые натурные наблюдения по общей циркуляции бухты Новик не производились, давались только косвенные оценки на основе контактных наблюдений полей термогалинных характеристик [7–9], дистанционного мониторинга [10], математического моделирования [6, 11, 12].

Соединение бухты Новик с Уссурийским заливом с помощью канала для усиления рециркуляции и экологической устойчивости

Ниже выносятся на обсуждение проект соединения каналом (см. рисунок, *АВ*) кутовой части бухты Новик с Уссурийским заливом через узкий перешеек о-ва Русский. Цель проекта – усиление рециркуляции воды в бухте, приток свежей воды из заливов, устранение застойных явлений. Оценки показывают, что за счет разности уровней нагонов [6, 11], приливной составляющей [8] по разные стороны канала порядка 1–10 см обеспечивается скорость воды в канале 10–100 см/с.

Представляется более целесообразным реализовывать проект в виде подземного тоннеля, чем классического открытого канала. Во-первых, инженерные соображения. Со стороны Уссурийского залива высота перешейка порядка 30 м, там проходит автомобильная магистраль – экономия на объеме земляных работ. Это «высокогорная» часть перешейка для подземной части канала со стороны Уссурийского залива имеет ширину около 1 км. Часть канала со стороны бухты Новик, где высота перешейка не более 10 м, проще сделать открытой, это порядка 1,5–2 км. Со стороны бухты Новик желательно сделать ворота или шлюзы для «тонкой настройки» обмена вод с Уссурийским заливом в зависимости от гидрометеорологических условий и сезона года. В случае штормов здесь волнение ограничено. Во-вторых, географо-социальные соображения. Открытый канал «разрезает» о-в

Русский надвое по аналогии с каналом между островами Елена и Русский. Нарушение структуры и «создание двух островов» нецелесообразно.

Предлагаемая «подземная река», соединяющая Уссурийский залив с бухтой Новик, создаст дополнительный приток свежей воды в бухту. Количественная оценка этого процесса дана в работе [11]. Приведем результат оценки «снизу»: сечение подземного канала приравняем к размерам тоннеля стандартного метрополитена, т.е. к диаметру 5 м. Перепад уровней моря по разные стороны канала вследствие ветрового нагона [6, 11] и приливной волны [8] составляет 10^2 – 10^1 м. Это обеспечивает скорость потока в канале порядка 10^{-1} –1 м/с. Отсюда проходящий через канал поток воды имеет масштабы 1–10 м³/с. Для сравнения: объем воды в бухте Новик можно оценить произведением характерных величин длины, ширины, глубины бухты, что дает порядок $3 \cdot 10^7$ м³. Учитывая, что в году $3 \cdot 10^7$ с, эффект поступления и обновления вод бухты имеет порядок 1–10 объемов в год, что вполне достаточно.

Добавим социально-экономические соображения реализации проекта по структуре SWOT. Сильные стороны – обеспечение экологической устойчивости окружающих остров акваторий; комфортность проживания вдоль всей прибрежной полосы, увеличение и сохранение пляжной зоны; увеличение устойчивости внешней среды с использованием рукотворного рычага регулировки рециркуляции в бухте; международная привлекательность «длинных инвестиций». Слабые стороны – стартовые затраты на НИОКР и строительные работы; привлечение «длинных денег» и поиск инвестиций; отсутствие на месте квалифицированных трудовых ресурсов и специальных организаций по строительству тоннелей; невозможность количественной оценки затрат в текущей ситуации структурной перестройки экономики. Возможности – создание устойчивой стратегии развития на длительное будущее, обеспечивающей благоприятную инфраструктуру стратегическим инвесторам. Угрозы – возможные изменения климата, тайфуны (конструктивное усиление канала со стороны Уссурийского залива, построение шлюзовых ворот со стороны бухты Новик).

Заключение

В работе представлена принципиальная схема освоения о-ва Русский с учетом устойчивости акватории бухты Новик вследствие особенностей береговой черты. В случае принятия и реализации проекта требуется предварительная экспертиза специалистов разных профилей – биологов, ихтиологов, экологов, океанологов, экономистов, инженеров заданных профилей. Возможно привлечение туристического сектора для создания туристического маршрута по о-ву Русский с опцией прохождения по подводному каналу на лодках. Понятно, что следующим шагом должны быть дополнительные океанологические изыскания, прежде всего наблюдения за динамическими и термогалинными параметрами по разные стороны подземного канала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брегман Ю.Э., Седова Л.Г., Мануйлов В.А., Петренко В.С., Ковековдова Л.Т., Борисенко Г.С., Шульгина Л.В., Симоконь М.В., Сухотина Л.Ю. Комплексное исследование среды и донной биоты бухты Новик (о. Русский, Японское море) после многолетнего антропогенного пресса // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 320–343.
2. Бойченко Т.В. Микробиологическая оценка качества поверхностных вод бухты Новик (залив Петра Великого, Японское море) // Actualscience. 2017. Т. 3, № 3. С. 25–27.
3. Христофорова Н.К., Дёгтева Ю.Е., Бердасова К.С., Емельянов А.А., Лазарюк А.Ю. Химико-экологическое состояние вод бухты Новик (остров Русский, зал. Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 186. С. 135–144.
4. Григорьева Н.И. Исследование гипоксии в проливе Босфор Восточный (залив Петра Великого, Японское море) // Метеорология и гидрология. 2017. № 11. С. 43–50.

5. Tishchenko P.P., Tishchenko P.Ya., Lobanov V.B., Sergeev A.F., Semkin P.Yu., Zvalinsky V.I. Summertime in situ monitoring of oxygen depletion in Amursky Bay (Japan/East Sea) // *Continental Shelf Research*. 2016. Vol. 118. P. 77–87.
6. Кильматов Т.Р., Лазарюк А.Ю. Рециркуляция вод залива Петра Великого Японского моря вследствие осеннего муссона // *Вестн. Инженерной школы ДВФУ*. 2020. № 2 (43). С. 106–115.
7. Лазарюк А.Ю., Кильматов Т.Р., Марьяна Е.Н., Кустова Е.В. Особенности сезонной изменчивости гидрологического режима бухты Новик (о. Русский, залив Петра Великого, Японское море) // *Морской гидрофиз. журн.* 2021. Т. 37, № 6. С. 680–695.
8. Лазарюк А.Ю., Смирнов С.В., Самченко А.Н., Кошелева А.В., Пивоваров А.А., Швырев А.Н., Ярошук И.О. Колебания поверхности Амурского залива в зимний период // *Вестн. Инженерной школы ДВФУ*. 2018. № 4 (37). С. 53–62.
9. Лазарюк А.Ю., Лобанов В.Б., Пономарев В.И. Эволюция термохалинной структуры вод Амурского залива в холодный сезон // *Вестн. ДВО РАН*. 2013. № 6. С. 59–70.
10. Ладыченко С.Ю., Лобанов В.Б. Синоптические вихри в районе залива Петра Великого по спутниковым данным // *Исследования Земли из космоса*. 2013. № 4. С. 3–15.
11. Кильматов Т.Р. Искусственный подземный канал между Уссурийским заливом и бухтой Новик острова Русский (Японское море) для рециркуляции вод в бухте // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 42. С. 880–886. (eLIBRARY ID: 47151911). <https://innovjournal.ru/nomera/>
12. Пранц С.В., Пономарев В.И., Будянский М.В. и др. Лагранжев анализ перемешивания и переноса вод в морских заливах // *Изв. РАН. Физика океана и атмосферы*. 2013. Т. 49, № 1. С. 91–106.

REFERENCES

1. Bregman Yu.E., Sedova L.G., Manuilov V.A., Petrenko V.S., Kovekovdova L.T., Borisenko G.S., Shul'gina L.V., Simokon' M.V., Sukhotina L.Yu. Kompleksnoe issledovanie sredey i donnoy bioty bukhty Novik (o. Russkii, Yaponskoe more) posle mnogoletnego antropogennoy pressa = [Comprehensive study of the environment and bottom biota of Novik Bay (Russian Island, Japan/East Sea) after many years of anthropogenic pressure]. *Izvestiya. TINRO*. 1998;124:320-343. (In Russ.).
2. Boichenko T.V. Mikrobiologicheskaya otsenka kachestva poverkhnostnykh vod bukhty Novik (zaliv Petra Velikogo, Yaponskoe more) = [Microbiological assessment of surface water quality in Novik Bay (Peter the Great Bay, Japan/East Sea)]. *Actualscience*. 2017;(3):25-27. (In Russ.).
3. Khristoforova N.K., Degteva Yu.E., Berdasova K.S., Emel'yanov A.A., Lazaryuk A.Yu. Khimiko-ekologicheskoye sostoyaniye vod bukhty Novik (ostrov Russkii, zal. Petra Velikogo, Yaponskoe more) = [Chemical-ecological state of the waters of the Novik Bay (Russky Island, Peter the Great Bay, Japan/East Sea)]. *Izvestiya TINRO*. 2016;186:135-144. (In Russ.).
4. Grigor'eva N.I. Issledovaniye gipoksii v prolive Bosfor Vostochnyy (zaliv Petra Velikogo, Yaponskoe more) = [Study of hypoxia in the Eastern Bosphorus Strait (Peter the Great Bay, Japan/East Sea)]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2017;(11):43-50. (In Russ.).
5. Tishchenko P.P., Tishchenko P.Ya., Lobanov V.B., Sergeev A.F., Semkin P.Yu., Zvalinsky V.I. Summertime in situ monitoring of oxygen depletion in Amursky Bay (Japan/East Sea). *Continental Shelf Research*. 2016;118:77-87.
6. Kil'matov T.R., Lazaryuk A.Yu. Retsirkulyatsiya vod zaliva Petra Velikogo Yaponskogo morya vsledstvie osennego mussona = [Recirculation of the waters of the Peter the Great Bay of the Japan/East Sea due to the autumn monsoon]. *Vestnik Inzhenernoy shkoly DVFU*. 2020;(2(43)):106-115. (In Russ.).
7. Lazaryuk A.Yu., Kil'matov T.R., Mar'ina E.N., Kustova E.V. Osobennosti sezonnoy izmenchivosti gidrologicheskogo rezhima bukhty Novik (o. Russkii, zaliv Petra Velikogo, Yaponskoe more) = [Peculiarities of seasonal variability of the hydrological regime of Novik Bay (Russian Island, Peter the Great Bay, Japan/East Sea)]. *Morskoj gidrofizicheskii zhurnal*. 2021;37(6):680-695. (In Russ.).
8. Lazaryuk A.Yu., Smirnov S.V., Samchenko A.N., Kosheleva A.V., Pivovarov A.A., Shvyrev A.N., Yaroshchuk I.O. Kolebaniya poverkhnosti Amurskogo zaliva v zimniy period = [Fluctuations of the surface of the Amur Bay in winter]. *Vestnik Inzhenernoy shkoly DVFU*. 2018;(4(37)):53-62. (In Russ.).
9. Lazaryuk A.Yu., Lobanov V.B., Ponomarev V.I. Ekhvolyutsiya termokhalinnoy struktury vod Amurskogo zaliva v kholodnyy sezon = [Evolution of the thermohaline structure of the waters of the Amur Bay in the cold season]. *Vestnik of the DVO RAN*. 2013;(6):59-70. (In Russ.).
10. Ladychenko S.Yu., Lobanov V.B. Sinopticheskie vikhri v raione zaliva Petra Velikogo po sputnikovym dannym = [Synoptic eddies in the area of Peter the Great Bay according to satellite data]. *Issledovaniya Zemli iz kosmosa*. 2013;(4):3-15. (In Russ.).
11. Kil'matov T.R. Iskusstvennyy podzemnyy kanal mezhdU Ussuriiskim zalivom i bukhtoi Novik ostrova Russkii (Yaponskoe more) dlya retsirkulyatsii vod v bukhte = [Artificial underground channel between Ussuriysky Bay and Novik Bay of Russian Island (Japan/East Sea) for water recirculation in the bay]. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie*. 2021;(42):880-886. (In Russ.). (eLIBRARY ID: 47151911). <https://innovjournal.ru/nomera/>
12. Prants S.V., Ponomarev V.I., Budyanskii M.V. i dr. Lagranzhev analiz peremeshivaniya i perenosa vod v morskikh zalivakh = [Lagrangian analysis of water mixing and transport in sea bays]. *Izvestiya RAN. Fizika okeana i atmosfery*. 2013;49(1):91-106. (In Russ.).