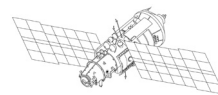


Научная статья / Original article

УДК 551.466.6

doi:10.15853/2072-8212.2022.64.85-96



О ПРИМЕНИМОСТИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРЕДУСТЬЕВОМ УЧАСТКЕ АКВАТОРИИ КАМЧАТСКОГО ЗАЛИВА

Тепнин Олег Борисович[✉], Сошин Артем Валерьевич

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»), Петропавловск-Камчатский, Россия, tenpin.o.b@kamniro.ru[✉]

Аннотация. На основании материалов четырех гидролого-акустических съемок июня–июля 2021 г., выполнен анализ сопоставимости натурных (подспутниковых) наблюдений за температурными условиями северной части Камчатского залива, с двумя наборами спутниковых данных высокого разрешения четвертого уровня обработки, представляемых разными исследовательскими группами. Выявлено значительное расхождение данных *in situ* и одного из наборов спутникового мониторинга, как по абсолютным значениям, так и по пространственному распределению. Второй набор показал более тесную связь по обоим компонентам исследования.

Ключевые слова: восточное побережье Камчатки, Камчатский залив, река Камчатка, температурные условия, гидролого-акустическая съемка, спутниковый мониторинг, поля температуры

Для цитирования: Тепнин О.Б., Сошин А.В. О применимости спутниковых данных высокого разрешения для анализа изменчивости температурных условий на предустьевом участке акватории Камчатского залива // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 64. С. 85–96.

ON THE APPLICATION OF HIGH RESOLUTION SATELLITE DATA IN THE ANALYSIS OF THE TEMPERATURE CONDITION DYNAMICS IN THE PRE-ESTUARINE PART OF KAMCHATSKY GULF AREA

Oleg B. Tepnin[✉], Artem V. Soshin

Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“KamchatNIRO”), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, tenpin.o.b@kamniro.ru[✉]

Abstract. Analysis of comparability of field (sub-satellite) observations of the temperature conditions in the northern part of Kamchatsky Gulf with two sets of satellite data of high resolution of the fourth level processing provided by different research groups was made based on four hydrological and acoustic surveys in June–July in 2021. Significant discrepancy in *in situ* data and one of the satellite monitoring sets has revealed either on the absolute values and on the spatial distribution. Second set demonstrated more tight connection on both components of the research.

Keywords: eastern coast of Kamchatka, Kamchatsky Gulf, Kamchatka River, temperature conditions, hydrological and acoustic survey, satellite monitoring, temperature fields

For citation: Oleg B. Tepnin, Artem V. Soshin. On the application of high resolution satellite data in the analysis of the temperature condition dynamics in the pre-estuarine part of Kamchatsky Gulf area. The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 64. P. 85–96. (In Russian)

С количественным и качественным развитием методов спутникового мониторинга океанической поверхности, ее состояния и динамики процессов, остро стоит вопрос о сопоставимости получаемых таким образом данных с действительной обстановкой на конкретных акваториях. Методики определения температуры поверхности океана с искусственных спутников Земли (ИСЗ) отрабатывались и модернизировались всю эпоху космического исследования — уже более 60 лет (первый метеоспутник

запущен США 1 апреля 1960 г.) (Костяной, 2017). Используются два основных принципа: регистрация активного (отраженного излучения) или пассивного (собственное излучение) сигнала в различных областях электромагнитного спектра, который преобразуется в физическую величину. Так, спутники NOAA выполняют измерения инфракрасного излучения с подстилающей поверхности уже с 1967 г. (доступны с 1970 г.) Постепенно повышались точность, пространственное и временное разрешение, уве-

личивался охват подстилающей поверхности. К настоящему времени существуют длительные (более 40 лет) непрерывные ряды данных о температуре поверхности океана разного временного (от часовых до сезонных) и пространственного разрешения (от 10 м до 5 градусов по широте и долготе).

Нужно заметить, что принимаемый ИСЗ сигнал исходит от «поверхности» океана — очень тонкого слоя (порядка 0,01 мм) и не отражает температуру «поверхностного слоя», мощность которого может достигать десятков метров в зависимости от многих факторов (турбулентность, течения, вертикальная конвекция, уровень радиационного прогрева и т. д.) (Кочеткова и др., 2014). В частности, по этой причине, а также из-за различных других проблем необходима постоянная калибровка спутниковых радиометров посредством введения поправок на основе сравнения с натурными наблюдениями.

Наиболее проблемной в области качества информации о температуре поверхности океана (ТПО) является прибрежная зона, где процессы формирования температурного фона очень динамичны и зависят от множества факторов. Здесь же особенно для малонаселенных, труднодоступных районов, к которым относится большая часть побережий Камчатки, затруднено проведение регулярных и качественных натурных подспутниковых наблюдений. В то же время данный район является наиболее биологически продуктивным, и дистанционные материалы о состоянии среды здесь весьма востребованы. Так, скатывающаяся по нерестовым рекам в конце мая – в июне (по разным источникам, длительность ската варьируется от 2–3 недель до 2–3 месяцев: Смирнов, 1975; Бирман, 1985; Гриценко и др., 1987; Heard, 1991; Карпенко, 1998; Гриценко, 2002; Черешнев и др., 2002) молодь горбуши наиболее подвержена как прямому, так и опосредованному влиянию условий среды при переходе из речной в морскую воду. Так как после трансформации и выхода в море молодь горбуши от 2 до 3 месяцев держится в 50-километровой зоне от побережья (Карпенко, 1998), то именно этот период развития лососевых наиболее критичен для последующего формирования численности нерестовых подходов. Например, в работе О.Ф. Гриценко (2002) было наглядно показано, что выживание молоди горбуши Восточного Сахалина и зал. Анива зависит от термических условий в прибрежье

моря в начале морского периода жизни: в годы с резкими отрицательными аномалиями температуры происходит снижение ее численности, в годы с положительными аномалиями — увеличение. На Сахалине же используют данные о температуре вод на предустьевых участках акватории для оперативной корректировки сроков выпуска молоди лососей с рыбоводных заводов (Ложкин и др., 2018).

Таким образом, целью данной работы является проверка сопоставимости материалов спутникового мониторинга за температурой поверхности для конкретной акватории северной части Камчатского залива с натурными наблюдениями, для возможного использования таких данных при определении условий ската, раннего нагула, а также возврата на нерест лососей р. Камчатки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы натурные данные о температуре поверхности северной части Камчатского залива (предустьевой участок р. Камчатки), полученные при выполнении гидрологических съемок в июне–июле 2021 г. Измерения выполнялись гидрологическим логгером CastAway (YSI Inc., США) в слое вод от поверхности до 20–30 м (на мелководных участках — до дна) с одновременной фиксацией положения по GPS. Продолжительность выполнения отдельной съемки — 9–11 часов. Из-за особенностей работы гидрологического оборудования начальная глубина определения температуры на всех станциях — 0,15 м. Принятая в 2021 г. схема станций приведена на рис. 1А.

Общий объем выполненных работ сведен в табл. 1. Опираясь на приведенную схему, был выделен участок акватории Камчатского залива, для которого и проводились дальнейшие преобразования и визуализация результатов, он показан на рисунке черным контуром.

В качестве данных спутникового мониторинга нами были выбраны материалы, которые с 2002 г. предоставляет международная группа по анализу температуры поверхности моря высокого разрешения (GHRSSST, <https://www.ghrsst.org/>) для оперативного океанографического, метеорологического, климатического и общего научного сообщества. Используются данные с нескольких спутниковых платформ: Aqua, Terra, NOAA-19, -18, -20, CORIOLIS, GKOM-W1 и разных типов сенсоров (MODIS, VIIRS, AVHRR, AMSR2). В результате ежедневно формируются массивы нескольких уровней обработки:

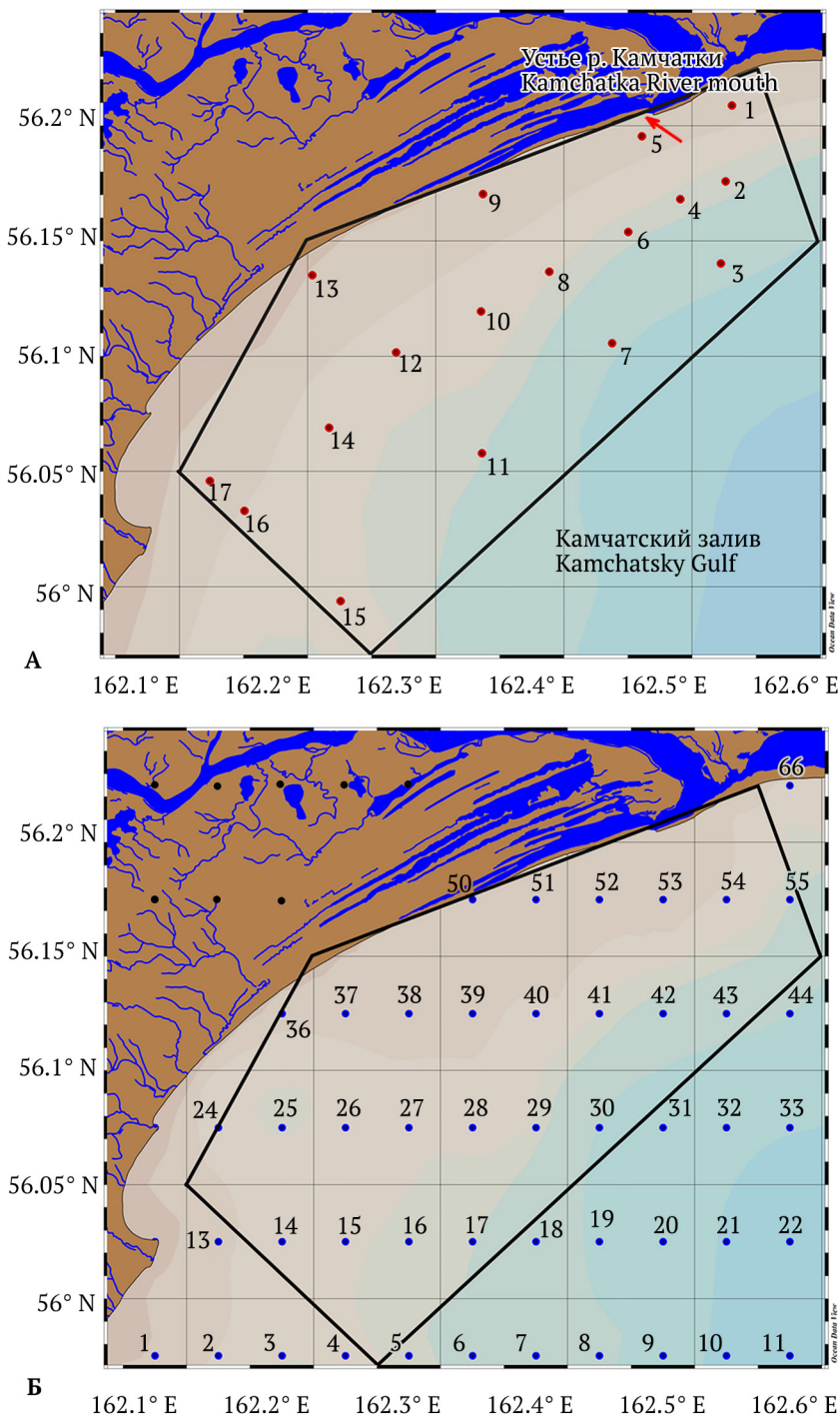


Рис. 1. А) Схема станций гидрологических съемок в северной части Камчатского залива, выполненных летом 2021 г. Выделен участок акватории для сравнения данных. Б) Расположение точек регулярной сетки ($0,054^\circ \times 0,054^\circ$), на которую интерполируются данные спутникового мониторинга OSPO и OSTIA. Fig. 1. A) Scheme of the hydrological survey in the northern part of Kamchatsky Gulf carried in summer of 2021. A part of the aquatic square marked is to compare the data. Б) Location of regular grid points ($0.054^\circ \times 0.054^\circ$) to which OSPO and OSTIA satellite monitoring data are interpolated

- уровень 2Р, в спутниковых координатах полосы обзора,
- уровень 3, данные с привязкой к координатной сетке,
- уровень 4, продукты с привязкой к координатной сетке без промежутков с шагом до 1×1 км. Продукты генерируются путем объединения спутниковых наблюдений и наблюдений *in situ*, в рамках систем оптимальной интерполяции.

Предоставляются данные в формате netCDF (сетевой формат обмена данными).

Группа GHRSSST заявляет, что разработанные ими методики определения ТПО (согласованные на 2-м и 3-м семинарах GHRSSST в 2015 и 2018 гг.) достигают максимально возможного совпадения между тем, что определяется, и тем, что можно измерить, принимая во внимание современные научные знания и понимание приповерхностной термической структуры океана.

Так как продукты четвертого уровня обработки выпускаются несколькими организациями для разных целей, интересно сравнить не-

сколько из них с имеющимися в нашем распоряжении результатами гидрологических съемок.

В качестве первой базы данных были выбраны материалы, предоставляемые центром оперативного анализа температуры поверхности моря и льда (OSTIA, Великобритания, Met Office, <https://www.metoffice.gov.uk/>).

OSTIA предоставляет ежедневные карты температуры поверхности моря для Мирового океана на горизонтальной сетке $0,054^\circ \times 0,054^\circ$ по широте и долготе, с применением данных in situ и спутников, использующих как инфракрасные датчики, так и микроволновые радиометры. Рисунок 2 показывает основные шаги создания конечного продукта OSTIA. В рамках процедуры анализа дается оценка системати-

ческой погрешности спутниковых датчиков. Это выполняется путем расчета совпадений между каждым спутниковым датчиком и эталонным набором данных (в настоящее время состоящим из данных дрейфующих и пришвартованных буев на месте (in situ), а также спутниковых данных о температуре поверхности моря с радиометров в видимом инфракрасном диапазоне (VIIRS) и радиометров с двойным обзором (SLSTR имеет 9 диапазонов, охватывающих видимую, коротковолновую и тепловую инфракрасные области спектра). Затем эти различия анализируются, чтобы получить сеточные поля смещения для каждого датчика.

Второй массив готовится в Управлении спутниковой связи и эксплуатации продукции (OSPO, США, Office of Satellite Products and

Табл. 1. Сведения о выполненных гидрологических съемках в северной части Камчатского залива в 2021 г.
Table 1. Data of the hydrological surveys carried out in the northern part of Kamchatsky Gulf in 2021

Дата проведения Date of survey	Количество станций Number of stations	Глубина, м Depth, m	Средняя температура, T °C Average temperature, T °C	Средняя соленость, S‰ Average salinity, S‰
2 июня (June)	16	0,15–31,80	5,21	18,93
1 июля (July)	17	0,15–22,10	10,62	15,51
8 июля (July)	18	0,15–26,98	13,70	16,66
22 июля (July)	17	0,15–21,89	14,36	18,97

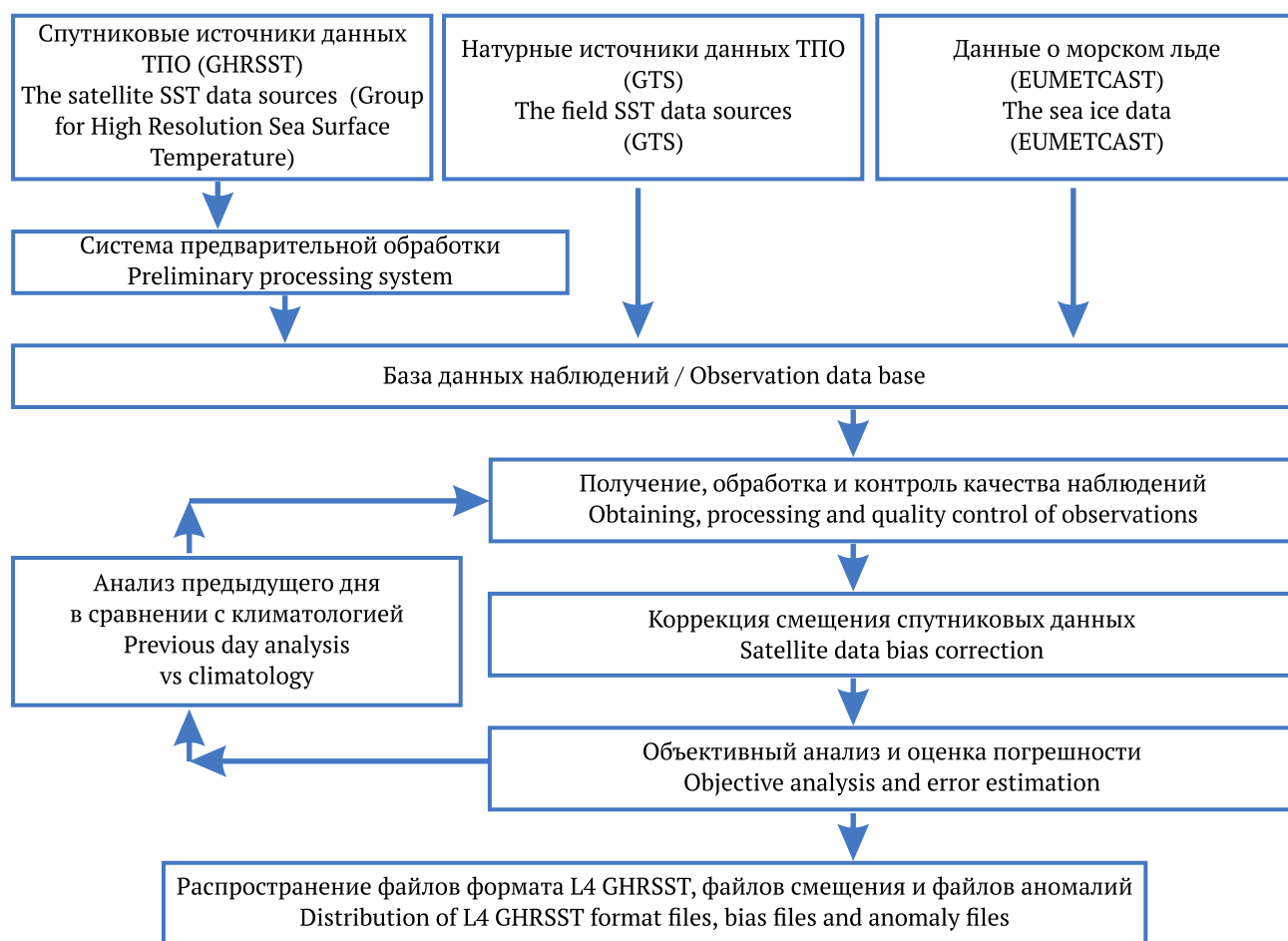


Рис. 2. Принципиальная схема производственной технологической цепочки OSTIA в UK Met Office
Fig. 2. Principal schem of production technological chain OSTIA at the UK Met Office

Operations, 2015, <https://www.ospo.noaa.gov/>), которое является подразделением Национальной службы спутниковых данных и информации об окружающей среде (NESDIS, США). Он формируется использованием оптимальной интерполяции (OI) на такой же глобальной сетке, как и рассмотренный выше: $0,054^\circ \times 0,054^\circ$ по широте и долготе. Геополярный анализ смешанной температуры поверхности океана объединяет полученные с нескольких полярно-орбитальных спутников данные о температуре морской поверхности в единый анализ ТПО. В этом анализе используются дневные и ночные данные с датчиков, которые включают усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения (AVHRR), комплект радиометров для визуализации в видимом инфракрасном диапазоне (VIIRS), имидж-сканер геостационарного оперативного спутника окружающей среды (GOES), японский усовершенствованный метеорологический сканер (JAMI), а также данные с судов, дрейфующих и заякоренных буев. В нашем анализе мы использовали дневные данные из этой базы.

Кроме прямого визуального сопоставления полученных с использованием программы Ocean Data View (ODV, Schlitzer, Reiner, Ocean Data View, <https://odv.awi.de>, 2021) карт распределения температуры поверхности, для сравнения натурных данных съемок лета 2021 г. с соответствующими наборами спутниковых материалов нами проводилась интерполяция первых в узлы регулярной сетки с шагом $0,054^\circ \times 0,054^\circ$ по широте и долготе, с применением метода Kriging, реализованного в программе Surfer (Golden Software, LLC). Таким образом, было отобрано 46 точек на регулярной сетке станций для указанной акватории, наборов данных дистанционного мониторинга и аналогичное количество интерполированных результатов обработки прямых наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Построенные по данным натурных наблюдений (in situ) и спутникового мониторинга (OSTIA и OPSO) карты распределения температуры поверхности представлены на рис. 3. Значительные расхождения (как в горизонтальном распределении, так и по абсолютным значениям для набора данных OSTIA) видны достаточно наглядно. Второй набор (OPSO) показывает большее сходство в распределении поля температуры, но расхождения в абсолютных значениях, тем не менее, присутствуют, хотя и не

так выражено, как в первом случае. Если рассчитать средние значения ТПО по исследуемой акватории (рис. 4) для каждой съемки, можно отметить, что наименьшее расхождение приходится на первую съемку, когда значения по спутниковым данным были выше натурных, но разница была минимальной. С каждой последующей съемкой различие увеличивалось, но подспутниковый показатель ТПО теперь был выше спутникового в обоих случаях. Вероятной причиной такового явления мог бы быть разный уровень облачности в период выполнения съемки и разный уровень температуры подстилающей поверхности. Однако по данным изображений в видимом диапазоне со спутника Sentinel-2 (рис. 5, <https://apps.sentinel-hub.com/>), если во время первой и третьей съемок облачность над водами залива была близка к нулевой, то во время второй и четвертой — от 50 до 100%, что противоречит данному предположению.

Большое различие в пространственном распределении ТПО по двум наборам обработки спутниковых данных может быть также связано с тем фактором, что временная привязка используемых нами материалов OSPO относится к дневному периоду, а OSTIA обрабатывает как дневные, так и ночные данные наблюдений. Расхождения возможны и на стадии обработки данных: применение разных алгоритмов корректировки и глобальных моделей, не учитывающих локальных особенностей конкретного района, а также отсутствие натурных наблюдений для корректировки в регионе. Свой вклад вносит алгоритм интерполяции данных в узловые точки, что приводит к определенному сглаживанию восстановленного поля.

В любом случае, для района наших исследований предпочтительнее использовать данные OSPO. Об этом говорят и приведенные на рис. 3 диаграммы рассеяния для всех съемок и разных наборов спутниковых данных, а также коэффициенты линейной корреляции значений ТПО в расчетных точках (табл. 2). Как видно, если для набора OSPO коэффициенты корреляции значимы для всех съемок и имеют достаточно высокий уровень ($0,72-0,94$, $n = 46$, $p < 0,01$), то для OSTIA они сильно меняются от съемки к съемке и даже принимают негативное значение. Да, абсолютные значения ТПО отличаются и для набора OSPO, в сравнении с натурными, но эта разница заметно ниже, чем в случае с данными OSTIA (рис. 4).

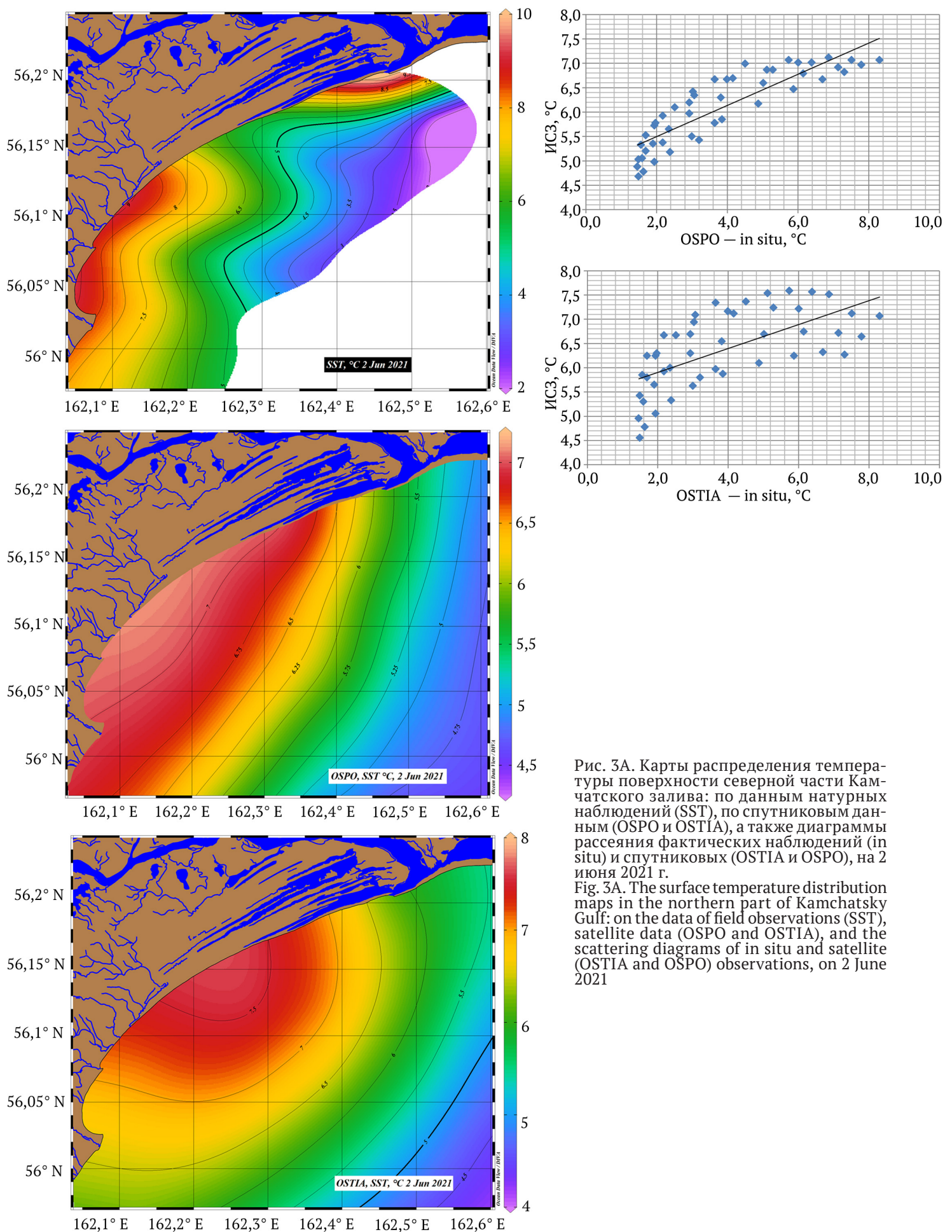


Рис. 3А. Карты распределения температуры поверхности северной части Камчатского залива: по данным натурных наблюдений (SST), по спутниковым данным (OSPO и OSTIA), а также диаграммы рассеяния фактических наблюдений (in situ) и спутниковых (OSTIA и OSPO), на 2 июня 2021 г.

Fig. 3A. The surface temperature distribution maps in the northern part of Kamchatka Gulf: on the data of field observations (SST), satellite data (OSPO and OSTIA), and the scattering diagrams of in situ and satellite (OSTIA and OSPO) observations, on 2 June 2021

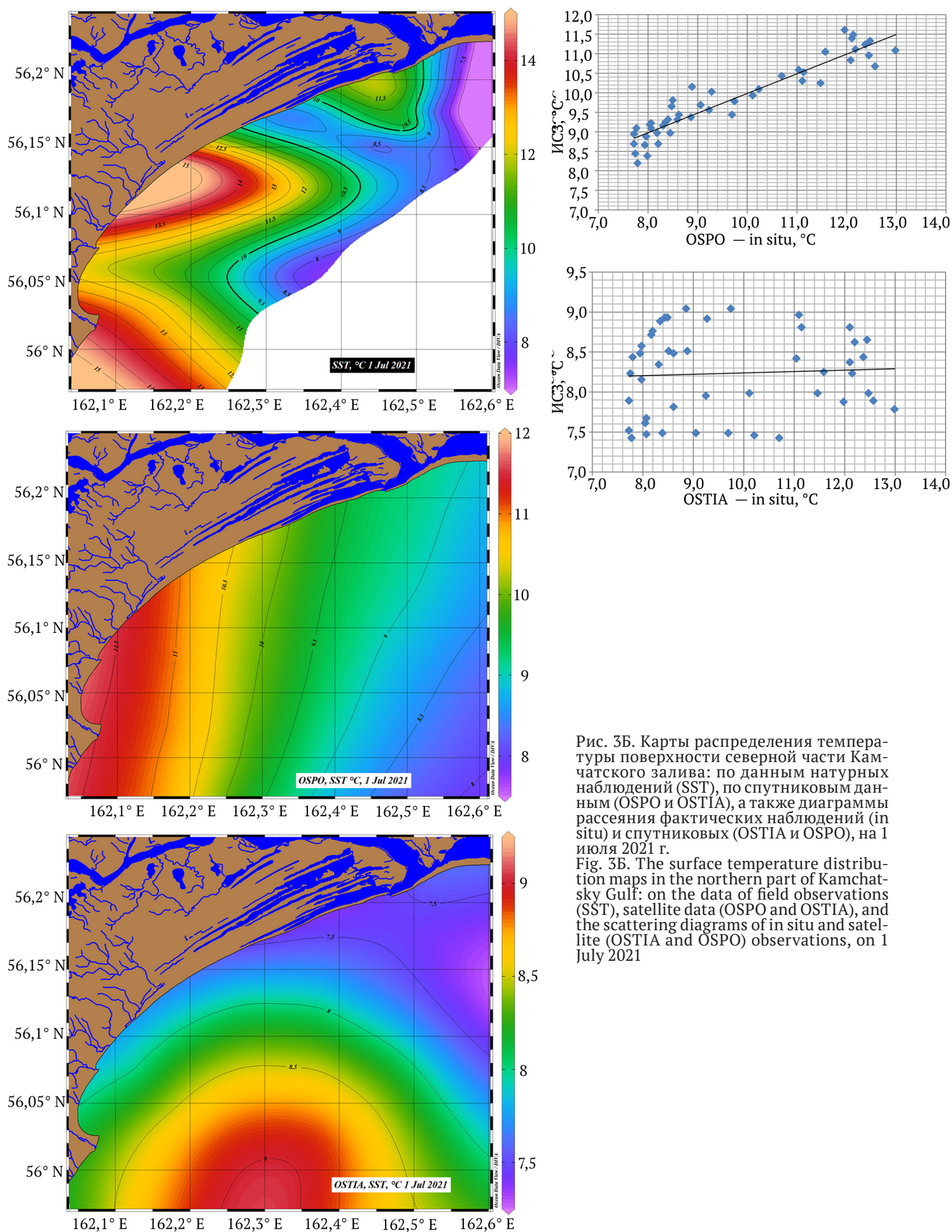


Рис. 3Б. Карты распределения температуры поверхности северной части Камчатского залива: по данным натурных наблюдений (SST), по спутниковым данным (OSPO и OSTIA), а также диаграммы рассеяния фактических наблюдений (in situ) и спутниковых (OSTIA и OSPO), на 1 июля 2021 г.

Fig. 3B. The surface temperature distribution maps in the northern part of Kamchatka Gulf: on the data of field observations (SST), satellite data (OSPO and OSTIA), and the scattering diagrams of in situ and satellite (OSTIA and OSPO) observations, on 1 July 2021

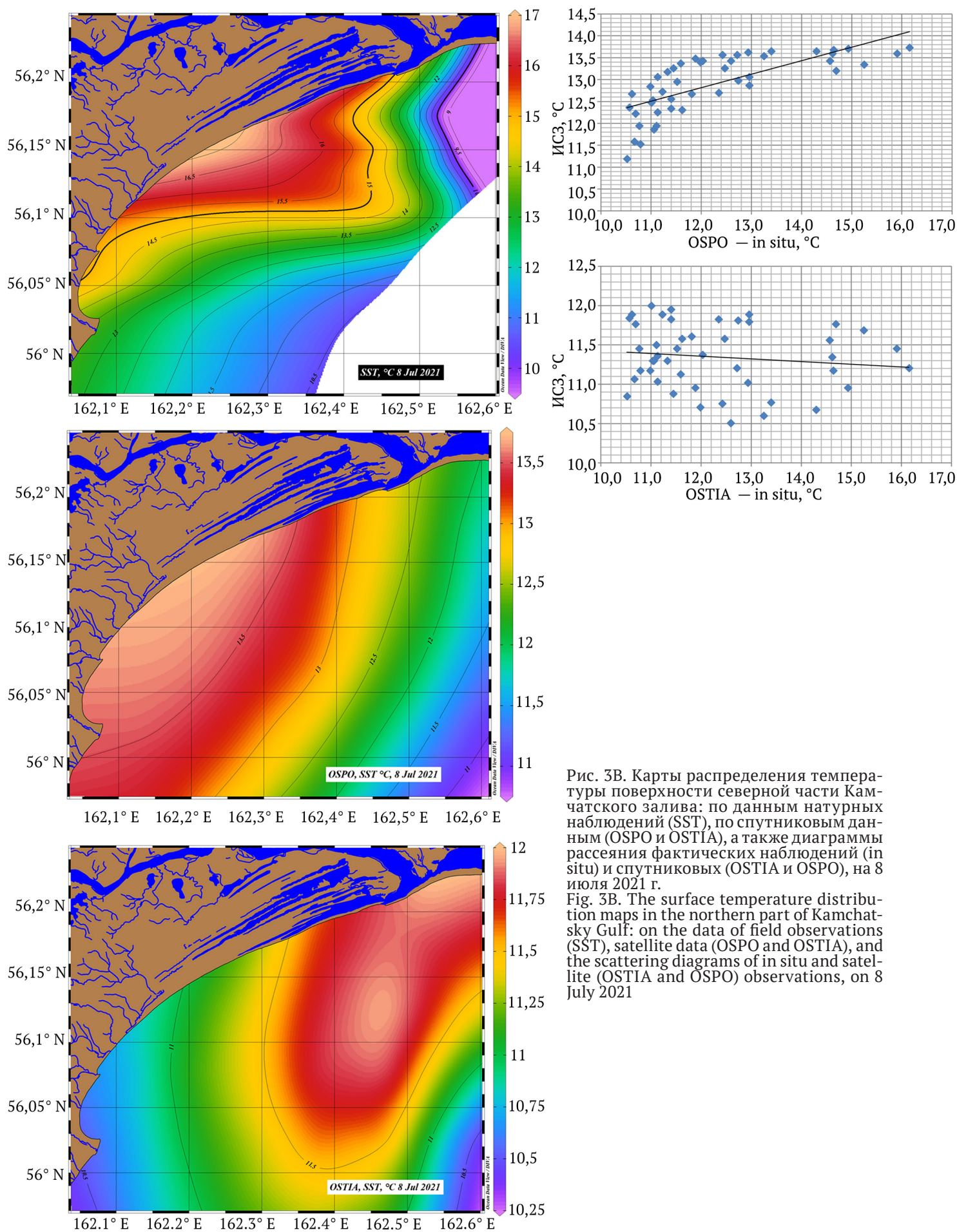


Рис. 3В. Карты распределения температуры поверхности северной части Камчатского залива: по данным натурных наблюдений (SST), по спутниковым данным (OSPO и OSTIA), а также диаграммы рассеяния фактических наблюдений (in situ) и спутниковых (OSTIA и OSPO), на 8 июля 2021 г.

Fig. 3B. The surface temperature distribution maps in the northern part of Kamchatka Gulf: on the data of field observations (SST), satellite data (OSPO and OSTIA), and the scattering diagrams of in situ and satellite (OSTIA and OSPO) observations, on 8 July 2021

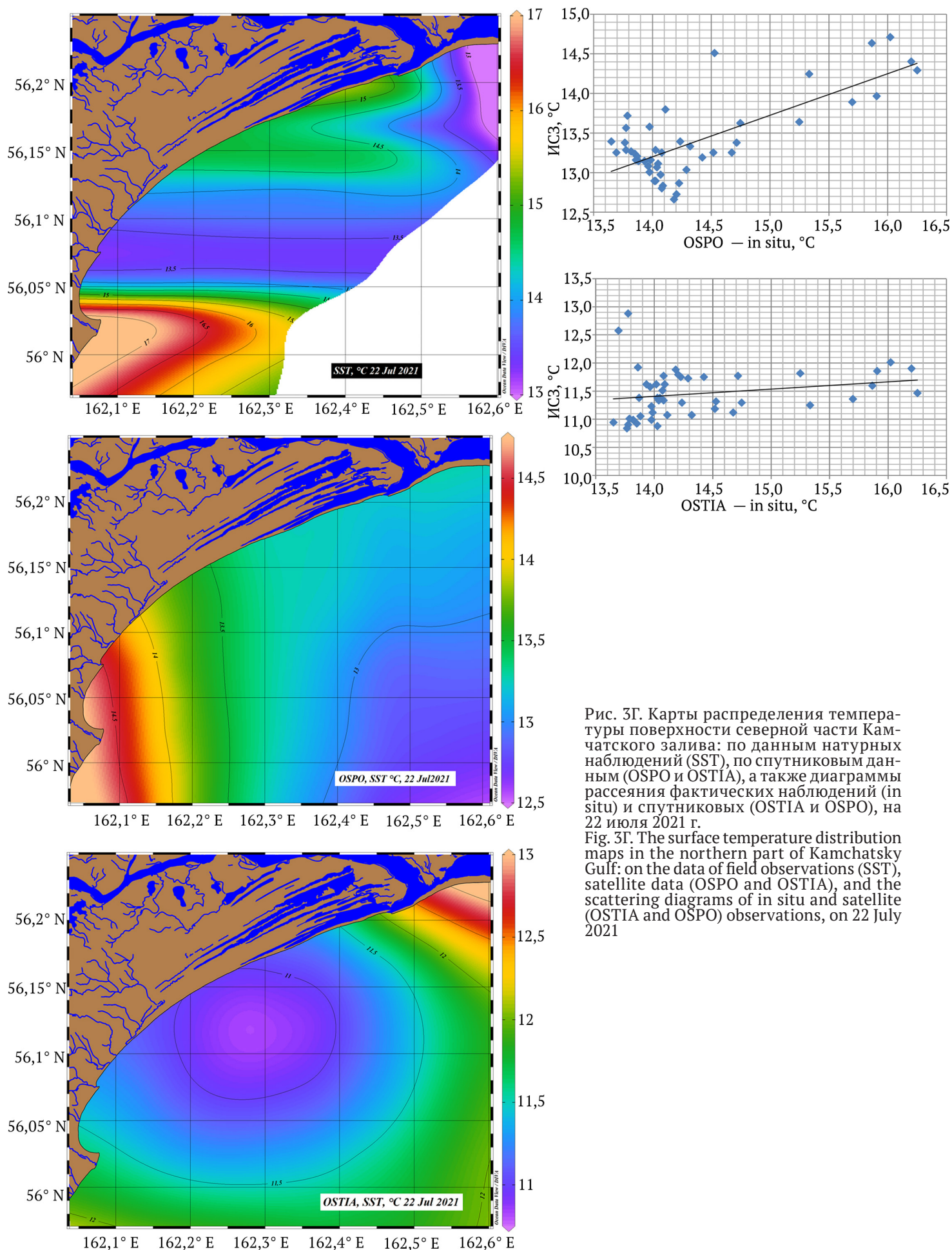


Рис. 3Г. Карты распределения температуры поверхности северной части Камчатского залива: по данным натурных наблюдений (SST), по спутниковым данным (OSPO и OSTIA), а также диаграммы рассеяния фактических наблюдений (in situ) и спутниковых (OSTIA и OSPO), на 22 июля 2021 г.

Fig. 3Г. The surface temperature distribution maps in the northern part of Kamchatka Gulf: on the data of field observations (SST), satellite data (OSPO and OSTIA), and the scattering diagrams of in situ and satellite (OSTIA and OSPO) observations, on 22 July 2021

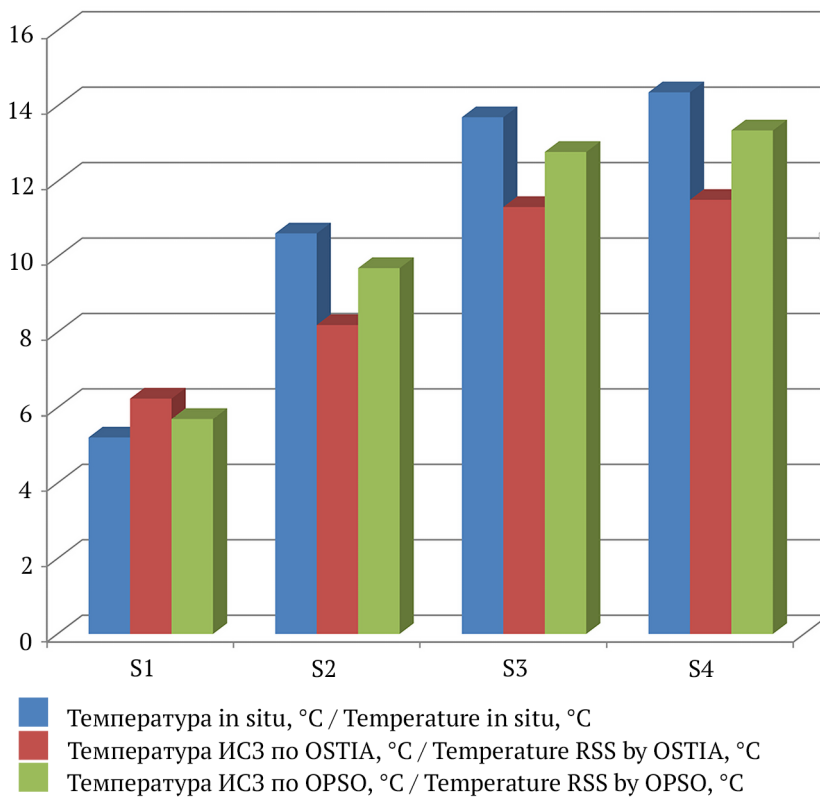


Рис. 4. Средние показатели температуры поверхности по данным прямых измерений (in situ) в период проведения гидрологических съемок (S1–S4) и дистанционного мониторинга (OSTIA и OSPO)
 Fig. 4. The surface temperature average indices on the data of direct measurements (in situ) for the period of hydrological surveys (S1–S4) and remote monitoring (OSTIA and OSPO)

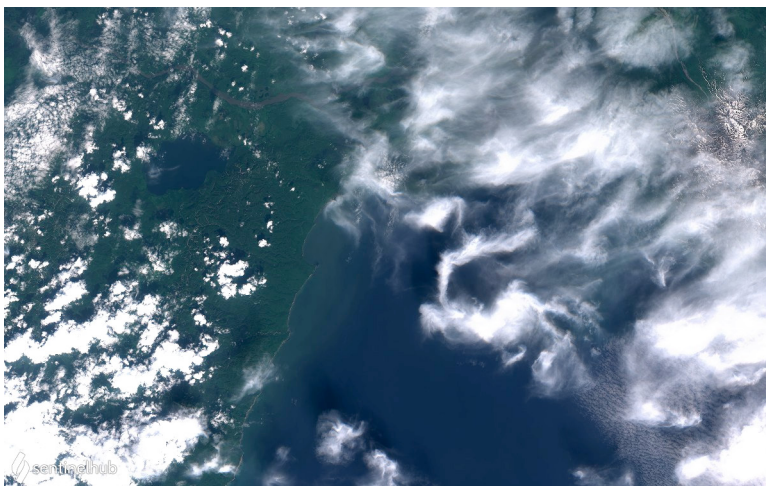
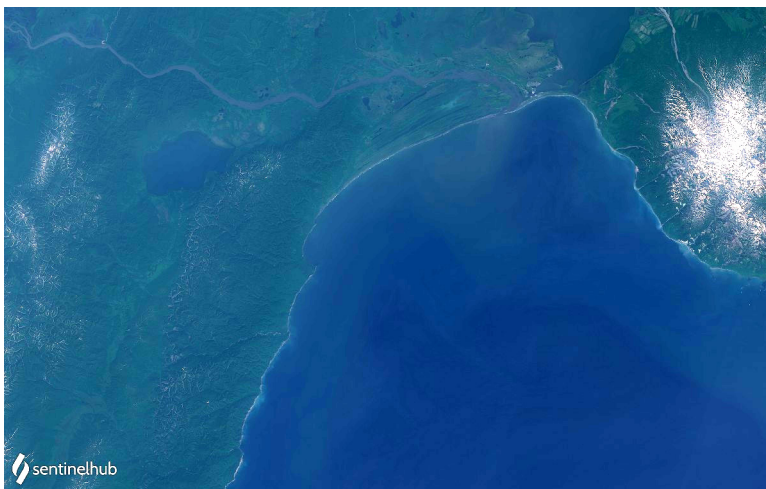


Рис. 5. Спутниковые снимки северной части Камчатского залива
 Fig. 5. The satellite images of the northern part of Kamchatsky Gulf

Табл. 2. Коэффициенты линейной корреляции для рядов натурных (S1–S4) и спутниковых (OSTIA и OSPO) наблюдений, выделены значимые коэффициенты ($n = 46$, $p = 0,01$)

Table 2. Linear correlation coefficients for the rows of field (S1–S4) and satellite (OSTIA and OSPO) observations with meaningful coefficients in bold ($n = 46$, $p = 0.01$)

	OSTIA	OSPO
S1	0.64	0.87
S2	0.06	0.94
S3	–0.13	0.72
S4	0.22	0.75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ сопоставимости спутниковых данных, получаемых в результате обработки двумя разными центрами данных (OSTIA, Великобритания и OPSO, США), с натурными наблюдениями, выполненными нами в северной части Камчатского залива летом 2021 г., позволяет сказать, что данные спутникового мониторинга в представлении OPSO для этого конкретного района в большей степени отражают наблюдавшуюся картину распределения ТПМ. Хотя и они теряют большинство мелких особенностей строения поля и имеют тенденцию к завышению абсолютных значений — возможно, в результате применения оптимальной интерполяции (OI) и отсутствия натурных наблюдений для нашего района в их распоряжении. Данные же OSTIA далеки от натурных не только по горизонтальному распределению, но и по абсолютным значениям, по крайней мере для района нашего интереса.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат. 285 с.
- Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: ВНИРО. 247 с.
- Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косаткин В.К. 1987. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. М.: Агропромиздат. 166 с.
- Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО. 165 с.
- Костяной А.Г. 2017. Спутниковый мониторинг климатических параметров океана. Ч. 1 / Фундаментальная и прикладная климатология. Т. 2. С. 63–85.
- Кочеткова Е.С., Козлов И.Е., Дайлидиене И., Смирнов К.Г. 2014. Спутниковые методы в океанографии: Учеб. пособие. СПб.: РГТУ. 92 с.
- Ложкин Д.М., Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. 2018. Спутниковый мониторинг температурных условий в районах устьев нерестовых рек юж-

ной части о. Сахалин // Исследование Земли из космоса. № 5. С. 15–22 [Электронный ресурс]. URL: <http://ras.jes.su/izk/s020596140003232-6-1> (дата обращения: 28.06.2022). DOI: 10.31857/S020596140003232-6

- Смирнов А.И. 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: МГУ. С. 334.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.
- Heard W.R. 1991. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) / Pacific salmon life histories. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver, Canada. UBC Press. P. 119–230.
- Office of Satellite Products and Operations. 2015. OSPO L4 SST Analysis (GDS2). Ver. 1.0. PO.DAAC, CA, USA.
- Schlitzer Reiner. Ocean Data View, <https://odv.awi.de>, 2021

REFERENCES

- Birman I.B. *Morskoy period zhizni i voprosy dinamiki stada tikhookeanskikh lososey* [Marine period of life and issues of the dynamics of the herd of Pacific salmon]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 285 p.
- Gritsenko O.F. *Prokhodnyye ryby ostrova Sakhalin (sistematika, ekologiya, promysel)* [Anadromous fishes of Sakhalin Island (taxonomy, ecology, fishing)]. Moscow: VNIRO, 2002, 248 p.
- Gritsenko O.F., Kovtun A.A., Kosatkin V.K. *Ekologiya i vosproizvodstvo kety i gorbushi* [Ecology and reproduction of chum salmon and pink salmon]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 166 p.
- Karpenko V.I. *Ranniy morskoy period zhizni tikhookeanskikh lososey* [Early marine life of Pacific salmon]. Moscow: VNIRO, 1998, 165 p.
- Kostianoy A.G. Satellite monitoring of the ocean climate parameters. Part 1. *Fundamental and applied climatology*, 2017, vol. 2, pp. 63–85. (In Russian)
- Kochetkova Ye.S., Kozlov I.Ye., Daylidiyene I., Smirnov K.G. *Sputnikovyye metody v okeanografii: Ucheb. Posobiye* [Satellite methods in oceanography: Proc. Allowance]. St. Petersburg: RGGMU, 2014, 92 p.
- Lozhkin D., Tshay Z., Shevchenko G. Satellite Monitoring of Temperature Conditions Near the Mouths of Spawning Rivers in the Southern Part of Sakhalin Island. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*, no. 5, pp. 15–22. DOI: 10.31857/S020596140003232-6
- Smirnov A.I. *Biologiya, razmnzheniye i razvitiye tikhookeanskikh lososey* [Biology, reproduction and development of Pacific salmon]. Moscow: MGU, 1975, 334 p.
- Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Shestakov A.V., Frolov S.V. *Lososevidnyye ryby Severo-Vostoka Rossii*

[Salmonid fish of the North-East of Russia]. Vladivostok: Dalnauka, 2002, 496 p.

Heard W.R. 1991. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Pacific salmon life histories*. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver. Canada. UBC Press. P. 119–230.

Office of Satellite Products and Operations. 2015. OSPO L4 SST Analysis (GDS2). Ver. 1.0. PO.DAAC, CA, USA.

Schlitzer Reiner. Ocean Data View, <https://odv.awi.de>, 2021

Информация об авторах

О.Б. Тепнин — зав. сектором океанографии Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

А.В. Сошин — ст. специалист лаборатории промышленного рыболовства Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Information about the authors

Oleg B. Tepnin — Head of section oceanography (KamchatNIRO)

Artem V. Soshin — Senior Specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 19.01.2022

Одобрена после рецензирования: 21.04.2022

Статья принята к публикации: 31.05.2022