

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ ОБСКОЙ И ТАЗОВСКОЙ ГУБ

М. В. Третьяков, Е. В. Румянцева, В. А. Брызгалов, А. А. Пискун, И. И. Василевич
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт
(Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 5 августа 2021 г.

Объектами исследования являются Обская и Тазовская губы как составляющие Обско-Тазовской устьевой области. Материалами исследования послужили данные арктических устьевых экспедиций 1968–1989 гг. и комплексных экспедиций 2012–2013 гг., проведенных Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом. Проанализированы приоритетные гидрохимические показатели: pH, соленость, растворенный кислород, соединения кремния и фосфора, определены их пространственно-временные закономерности. Охарактеризовано вертикальное распределение солености и растворенного кислорода по разрезам Обской губы.

Ключевые слова: российская Арктика, полуостров Ямал, Обская губа, Тазовская губа, Арктическая зона Российской Федерации, устья рек, эстуарий, гидрохимический режим, Обско-Тазовская устьевая область.

Введение

С учетом современной экологической ситуации на территории российской Арктики актуальной остается оценка изменчивости состояния уникальных водных объектов по комплексу приоритетных гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров. Особое место среди водных объектов занимают устьевые области рек, которые представляют собой «промежуточные» и весьма специфические природные системы, где взаимодействуют, смешиваются и трансформируются речные и морские воды, принципиально различные по компонентному составу.

Обско-Тазовская устьевая область и ее составляющие — Обская и Тазовская губы — активно вовлекаются в хозяйственное использование крупными компаниями, добывающими углеводородное сырье. Поэтому практическая значимость исследования пространственно-временной изменчивости гидрохимических характеристик Обско-Тазовской устьевой области все более возрастает.

Первые научные обобщения по гидрологическому режиму низовья Оби проводились в Арктическом

научно-исследовательском институте (позже — Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте — ААНИИ) в середине XX в. В. С. Антонов и Н. Г. Маслаева [1] выделили единый общий водосбор реки Обь, Обской и Тазовской губ, включая водосбор рек Надым, Пур и Таз. Позднее В. В. Иванов [2] проводил гидролого-морфологическое районирование Обско-Тазовской устьевой области. В устьевой области реки выделяют устьевой участок реки с дельтой и устьевое взморье с эстуарием. Согласно классификации [3], Обская губа определена как пример эстуария лиманного типа неблокированного подтипа. Обская и Тазовская губы образуют единое устьевое взморье. Обская губа имеет протяженность около 800 км, преобладающие глубины 10–12 м, а максимальные не превышают 28–30 м [2; 4].

Изменчивость элементов гидрологического режима акватории Обской и Тазовской губ включает межгодовые, сезонные и кратковременные колебания. В устьевую область Оби в среднем поступает 400 км³ воды в год, причем за летний навигационный период (май-сентябрь) — свыше 75% этого стока [1; 5]. Межгодовая изменчивость стока Оби характеризуется как низкая, коэффициент вариации

ции годового стока составляет 0,15 [6]. Кратковременная изменчивость элементов гидрологического режима проявляется в приливно-отливных и сгонно-нагонных явлениях [7; 8].

В современных правовых понятиях местный водосбор Обско-Тазовской устьевой области и акватория губ находятся в Ямало-Ненецком автономном округе, который входит в Арктическую зону Российской Федерации [9; 10]. Обская губа относится к внутренним водам России. Граница, от которой отсчитывается территориальное море, проходит по линии наибольшего отлива между мысами островов Белый и Шокальского [11; 12]. Низовья рек, впадающих в Обскую и Тазовскую губы, расположены в пределах Нижнеобского бассейнового округа водохозяйственного районирования [13].

Материалы и методы

Для выявления пространственно-временных закономерностей изменчивости гидрохимических показателей Обской и Тазовской губ использован сравнительный метод, основанный на сопоставлении результатов анализа и обобщения экспедиционных данных ААНИИ разных периодов. Проведен обширный поиск архивных и фондовых материалов экспедиций, хранящихся в ААНИИ.

Научные экспедиции ААНИИ в Обской и Тазовской губах были основополагающими исследованиями XX в. в этом районе. Экспедиционные комплексные исследования проводились с 1950-х годов силами ААНИИ и Амдерминского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) в летний и зимний периоды. В переходные сезоны весны и осени до 1989 г. выполнялись ледовые авиационные разведки. Значимые результаты по гидрологии и гидрохимии были получены в ходе Обь-Енисейской устьевой гидрологической экспедиции (позднее — Арктической устьевой гидрологической экспедиции) в 1977—1989 гг. [7; 14]. Разрозненные данные устьевых экспедиций в Обской и Тазовской губах использованы в качестве материала для настоящего исследования.

В 2012—2013 гг. проведена комплексная арктическая экспедиция морского базирования «Ямал-Арктика» [15; 16]. Данные, полученные в ходе этой экспедиции, проанализированы в данной работе. На рис. 1 приведена схема Обской и Тазовской губ с экспедиционными разрезами.

Следует отметить, что данные экспедиций 2012—2013 гг. особенно важны для оценки гидрологического и гидрохимического состояния Обской губы. Согласно режимным данным о стоке воды изданий Водного кадастра, а также данным оперативной оценки стока [5] за период с 1936 по 2020 гг., 2012 и 2013 гг. были маловодными, а 2012 г. имеет аномально малую водность с повторяемостью один раз в 43 года. Для летне-осеннего периода сформировались редкие условия малого объема пресных вод и усиления влияния морских вод в Обской губе.

Результаты и обсуждение

Гидрологический режим Обско-Тазовской устьевой области формируется под влиянием целого ряда факторов. Важнейшими из них являются речной сток с его физико-химическими характеристиками, динамика и термохалинная структура вод моря, метеорологические условия.

Типичный устьевой процесс — интрузия морских вод, характеризуется проникновением морских вод в устьевые участки рек и эстуарии. Основным показателем интрузии морских вод в устьевые области рек служит граница перехода морских хлоридно-натриевых вод в речные карбонатные, происходящего в узком диапазоне солёности от 0,5‰ до 1,5‰, что определяет зону гидрофронта. Граница зоны интрузии морских вод (гидрофронта) обычно устанавливается по изохалине 1‰ [17]. Проникновение морских вод в устьевые участки рек может создавать угрозу пресноводным организмам и нарушения питьевого водоснабжения, так как Обско-Тазовская устьевая область является источником пресной воды для питьевых и хозяйственных нужд [18; 19]. Граница зоны проникновения морских вод смещается в течение года на сотни километров в зависимости от водности реки и гидрометеорологических условий моря [9].

Гидрохимический режим Тазовской губы и южной части Обской губы до их слияния формируется под влиянием речного стока. В северной части Обской губы, расположенной севернее ее слияния с Тазовской губой, фактором, определяющим гидрохимическое состояние, является взаимодействие речных и морских вод [17]. В этой части происходит миграция гидрофронта под влиянием речного стока и морских факторов. При продвижении к морю действие морских факторов усиливается.

К приоритетным гидрохимическим характеристикам водных объектов относятся pH, минерализация (солёность), растворенный кислород, соединения кремния и фосфора.

По экспедиционным данным 1967—1976 гг. средняя величина pH в северной части Обской губы составляла 7,13, а пределы колебаний — 6,94—7,41. Диапазоны суточных колебаний были незначительны, разница составляла 0,05—1,00 единиц pH. В южной части Обской губы средняя величина была ниже и равна 7,11 с диапазоном колебаний 6,76—7,52. Для Тазовской губы среднее значение составляло 6,99, а диапазон варьировался от 6,87 до 7,20. В целом для водной среды Обской и Тазовской губ характерна нейтральная реакция с приближением к слабощелочной.

Пространственная изменчивость pH вод Обской губы описывается тенденцией снижения pH вод с севера на юг. В северной части Обской губы реакция среды ближе к слабощелочной, а южной части — к слабокислой. Воды Тазовской губы наиболее близки к слабокислой реакции среды, что подтверждается современными экспедициями дру-

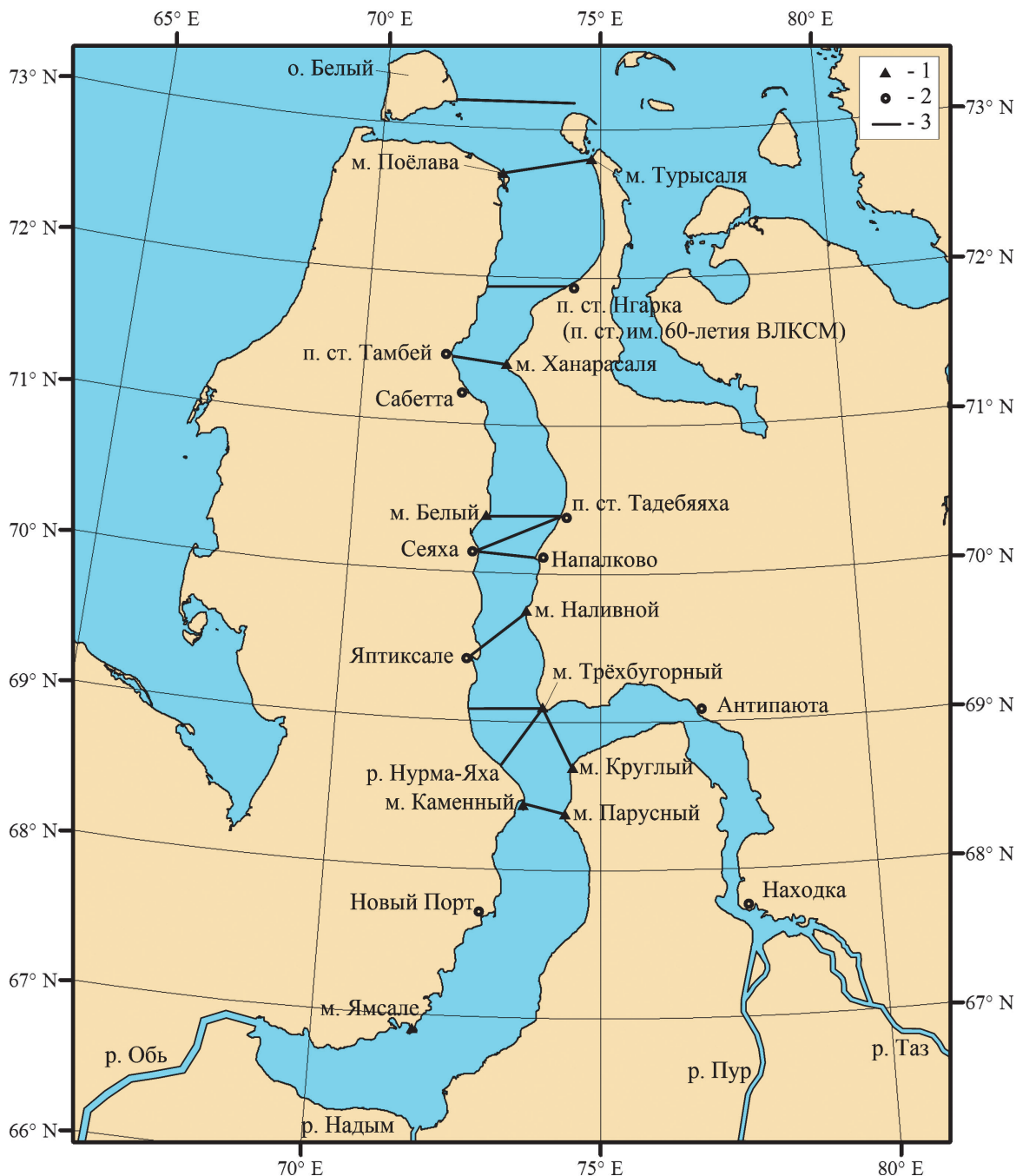


Рис. 1. Схема Обской и Тазовской губ с разрезами экспедиционных наблюдений: 1 — мыс, 2 — населенный пункт или полярная станция, 3 — разрез

Fig. 1. Scheme of the Gulf of Ob and Taz Bay with sections of expeditionary observations: 1 — cape, 2 — settlement or polar station, 3 — section

гих институтов [20; 21]. В 1981—1986 гг. были зафиксированы наибольшие значения pH на разрезах полярная станция Тамбей — мыс Харанася (7,87) и Сеяха — полярная станция Тадебьяха (7,69), что является слабощелочной реакцией среды.

Современное обобщение экспедиционных данных по солености воды Обской и Тазовской губ представлено в монографии сотрудников ААНИИ [7], в которой сделан акцент на анализ данных в север-

ной части Обской губы. В указанной монографии для анализа изменчивости солености Обской и Тазовской губ были использованы данные экспедиций ААНИИ до 2003 г. Поэтому в данной статье подробного рассмотрения заслуживают данные экспедиций 2012—2013 гг.

Сезонная изменчивость солености Обской губы является основной, на фоне которой происходят колебания меньших временных масштабов. Южная

Таблица 1. Основные гидрохимические показатели Обской губы по разрезам экспедиций 2012 и 2013 гг.

Разрез	Широта разреза, с. ш.	Соленость, ‰		Растворенный кислород, мг/л		Силикаты, мг/л		Фосфаты, мг/л
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2013
Восточнее острова Белый	73°10'	—	<u>10,8—32,9</u> 24,0	—	<u>5,48—8,41</u> 7,36	—	<u>2,01—4,23</u> 3,00	<u>0,026—0,113</u> 0,058
Мыс Поёлава — мыс Турысала	72°43'	—	<u>6,70—30,2</u> 16,6	—	<u>5,94—8,10</u> 7,40	—	<u>2,62—4,77</u> 4,07	<u>0,026—0,111</u> 0,056
71°54' с. ш. — полярная станция Нгарка (полярная станция им. 60-летия ВЛКСМ)	71°54'	—	<u>3,60—18,9</u> 8,75	—	<u>4,32—8,04</u> 7,48	—	<u>4,13—6,54</u> 4,83	<u>0,061—0,094</u> 0,073
Полярная станция Тамбей — мыс Харанасала	71°27'	<u>1,88—3,32</u> 2,36	<u>1,20—11,3</u> 3,50	<u>6,77—8,13</u> 7,48	<u>6,36—8,10</u> 7,63	<u>9,42—11,9</u> 10,9	<u>2,66—4,45</u> 3,26	<u>0,045—0,100</u> 0,085
Сеяха — Напалково (2012) Мыс Белый — полярная станция Тадебьяха (2013)	70°09' 70°22'	<u>0,052—0,081</u> 0,064	<u>0,048—0,066</u> 0,055	<u>6,79—7,69</u> 7,19	<u>7,44—7,76</u> 7,64	<u>0,80—3,50</u> 1,63	<u>0,03—1,43</u> 0,86	<u>0,090—0,110</u> 0,102
Река Нурма-Яха — мыс Трёхбугорный (2012) 69°05' с. ш. — мыс Трёхбугорный (2013)	68°50' 69°05'	—	—	<u>6,94—7,41</u> 7,25	<u>7,60—7,75</u> 7,68	<u>0,10—8,74</u> 4,18	<u>1,26—3,28</u> 2,60	<u>0,105—0,130</u> 0,119
Мыс Каменный — мыс Парусный	68 22'	—	—	<u>6,98—7,34</u> 7,23	—	<u>2,13—2,52</u> 2,31	—	—

Примечание: в числителе — диапазон колебаний, в знаменателе — среднее значение.

часть Обской губы и Тазовская губа в течение года остаются пресноводными [7]. На морской границе эстуария более плотные морские воды с соленостью более 30‰ располагаются в придонных горизонтах, а толщина слоя морской воды уменьшается к югу. По мере продвижения и выхода в море речных вод происходит их постепенное осолонение из-за перемешивания с морскими водами. Распределение солености в зимний период определяется объемом речного стока, а также интенсивностью приливо-отливных и сгонно-нагонных явлений.

Результаты обработки современных данных экспедиций 2012—2013 гг. представлены в табл. 1, в которой данные относятся к периоду летне-осенней межени речного стока в акваторию Обской губы (август 2012 г., сентябрь 2013 г.). В сентябре 2013 г. на выходе из Обской губы у острова Белый наблюдались максимальные значения солености до 32,9‰ при среднем значении 24‰. По разрезу мыс Поёлава — мыс Турысала диапазон солености составил 6,70—30,2‰, среднее значение — 16,6‰. С продвижением на юг соленость

уменьшалась. На разрезе полярная станция Тамбей — мыс Харанасала средняя соленость составила 2,36‰ (2012 г.) и 3,50‰ (2013 г.), что значительно выше солености 0,5‰ за аналогичный межженный период согласно обобщениям [22]. Таким образом, в 2012—2013 гг. морские воды отмечены южнее Тамбея.

Рассматривая вертикальное распределение солености на рис. 2, заметим, что в северной части Обской губы галоклин располагается в районе горизонта 10 м. Выше этого горизонта губа заполнена сильно распресненными водами, ниже происходит проникновение морских вод Карского моря в Обскую губу с уменьшением солености по мере продвижения в губу до выклинивания морских вод на разрезе мыс Белый — полярная станция Тадебьяха.

Резкое изменение солености по глубине в самой северной части Обской губы подтверждается в [23] по данным 2016 г. Но соленость по анализируемым данным экспедиций 2012—2013 гг. в северной части Обской губы выше, что объясняется маловодностью Оби в 2012 и 2013 гг.

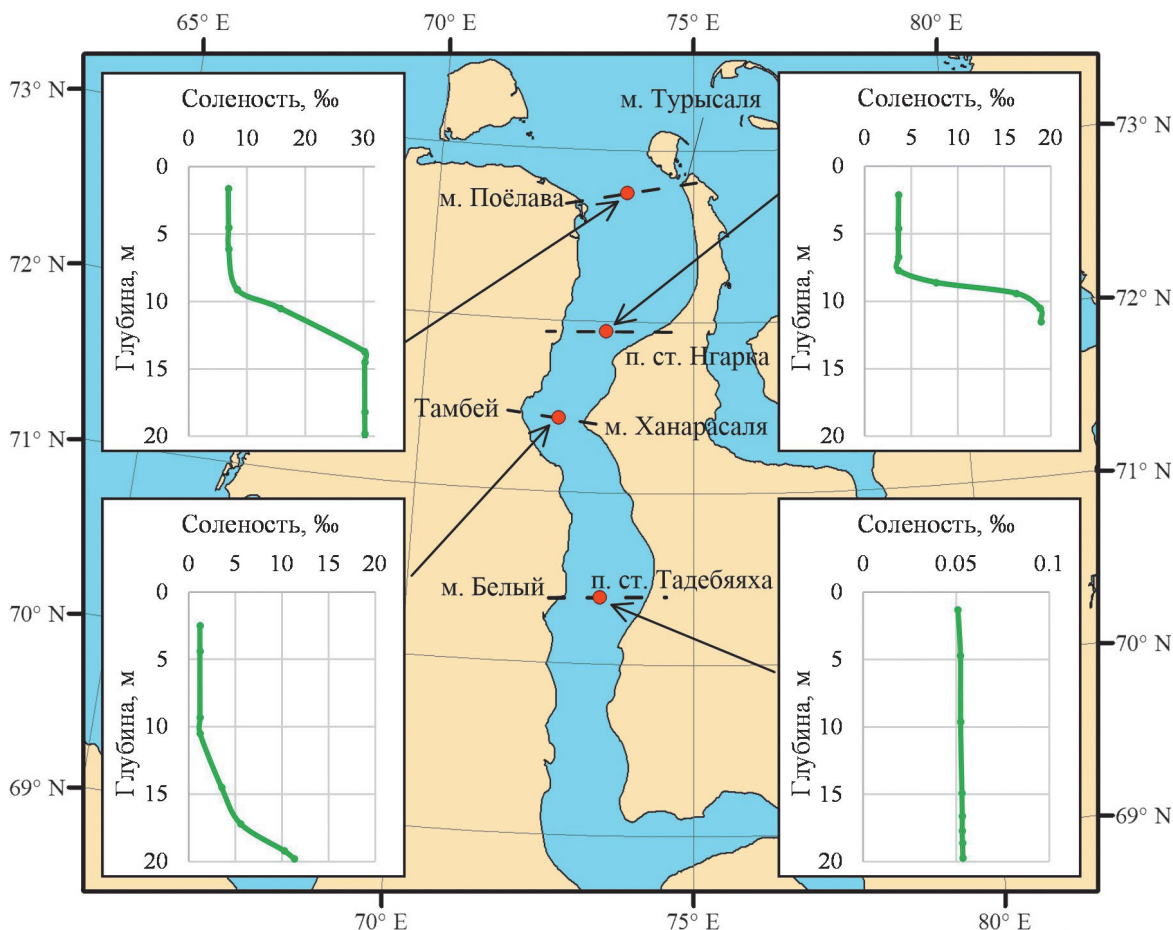


Рис. 2. Вертикальное распределение солёности по разрезам Обской губы (август 2012 г., сентябрь 2013 г.)
Fig. 2. Vertical distribution of salinity along the sections of the Gulf of Ob (August 2012, September 2013)

Распределение растворенного кислорода по акватории Обской и Тазовской губ проанализировано по данным экспедиций 1968—1986 гг. и 2012—2013 гг.

Характерная особенность рек, питающих Обско-Тазовскую устьевую область, — низкое содержание растворенного кислорода в зимний период. В водах, которые поступают в Обскую и Тазовскую губы в период ледостава, преобладают грунтовые воды с заболоченного водосбора севера Западной Сибири. Поступающий меженный сток рек чрезвычайно богат органическими веществами и соединениями железа, на окисление которых активно расходуется кислород [24]. Кроме того, в зимний период сильно ограничен газообмен вод с атмосферой из-за наличия ледяного покрова. Совокупность этих условий приводит к опасному явлению с точки зрения экологического состояния — острому дефициту кислорода в так называемых заморных водах, наблюдаемому практически ежегодно в зимний период в Тазовской губе и южной части Обской губы. К концу зимы заморные воды постепенно продвигаются с основным потоком на север, что приводит к снижению содержания растворенного кислорода.

После вскрытия ото льда кислородный режим быстро восстанавливается.

В табл. 2 приведены минимальные значения растворенного кислорода, зарегистрированные экспедициями в Обской и Тазовской губах. Заметное улучшение к северу Обской губы кислородного режима можно отнести за счет проникновения в этот район морской воды. Чем на более значительное расстояние к югу губы проникают морские воды, тем южнее проходит граница вод с минимальными концентрациями растворенного кислорода. Если за 1967—1986 гг. минимальные значения растворенного в воде кислорода зафиксированы в северной части Обской губы — 3,05 мг/л (1971 г.), то в южной ее части значения растворенного кислорода практически ежегодно отмечались ниже 1 мг/л — 0,08 мг/л (1976 г.). Низкое содержание кислорода в водах Обской губы перед вскрытием ото льда подтверждается и другими исследованиями [22].

Низким содержанием растворенного кислорода в зимний период характеризуется южный участок Тазовской губы, куда поступают обедненные кислородом воды рек Пур и Таз. Минимальное содержание растворенного кислорода у Антипаюты зарегистри-

Таблица 2. Минимальные значения растворенного в воде кислорода, зарегистрированные экспедициями в Обской губе, мг/л

Район	1971	1972	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1983	1984	1985	1986
Северная часть Обской губы (от Тамбея до Сеяхи)	3,05	3,90	6,84	7,03	6,78	5,34	5,48	5,12	7,41	5,04	8,67	3,10	6,79
Южная часть Обской губы (от Нового Порта до Ямсале)	0,19	0,48	0,37	0,08	0,75	0,32	0,11	0,36	0,34	0,24	0,31	0,18	0,26
Южная часть Тазовской губы (у Антипаюты)	0,16	0,50	0,45	1,68	4,03	0,52	0,55	1,56	0,15	0,07	0,28	0,13	0,45

стрировано в 1983 г. — 0,07 мг/л, такое же значение отмечалось и у Находки.

В летний период, когда водная поверхность губ освобождается ото льда, воды быстро и в достаточной степени насыщаются кислородом. Этому процессу способствует ветровое течение и существующая в губах система течений.

В летне-осенний период содержание растворенного кислорода в среднем составляло 7,19—7,68 мг/л (см. табл. 1), по длине Обской губы кислородный режим поверхностного слоя воды носил равномерный характер. В более современных материалах [20; 22] отмечено более высокое содержание кислорода — 7,0—8,8 мг/л.

Но изменение содержания растворенного кислорода по глубине в летне-осенний период имеет различный вид в северной и южной частях Обской губы. Вертикальное распределение растворенного кислорода по разрезам Обской губы представлено на рис. 3. Для разрезов мыс Поёлава — мыс Турысала и полярная станция Тамбей — мыс Харанасала определено уменьшение растворенного кислорода с глубиной в пределах 8,04—6,17 мг/л.

Эта тенденция содержания растворенного кислорода, характерная для севера Обской губы, отличается от данных по разрезам южнее Тамбея, где содержание растворенного в воде кислорода почти равномерное.

Рассмотрены данные экспедиций по содержанию соединений кремния как важного биогенного элемента в компонентном составе природных вод. Приведенная в табл. 3 информация показывает, что для исследуемой акватории Обской губы характерно довольно высокое содержание кремния с тенденцией уменьшения с юга на север. Содержание соединений кремния в северной части Обской губы составляет в среднем 0,70—1,70 мг/л, а в южной части достигает 8,95 мг/л. В южной части Обской губы увеличение содержания соединений кремния связано со значительным влиянием речного стока, воды которого насыщены силикатами. Более широкий диапазон колебаний соединений кремния в 1981—1986 гг. был обусловлен большим количеством измерений в разные сезоны года.

Внутригодовая изменчивость концентрации соединений кремния в водной среде Обской губы

Таблица 3. Пространственная изменчивость соединений кремния в водной среде Обской губы

Разрез	Диапазон колебания значений соединений кремния, мг/л	
	1974—1980	1981—1986
Полярная станция Тамбей — мыс Харанасала	0,65—1,61	0,80—2,16
Мыс Белый — полярная станция Тадебьяха	1,49—2,33	0,74—2,40
Сеяха — полярная станция Тадебьяха	—	0,34—3,60
Мыс Круглый — мыс Трёхбугорный	1,85—2,38	0,50—6,80
Мыс Каменный — мыс Парусный	2,00—2,31	1,34—8,70
Траверз Новый Порт	1,86—2,38	0,61—8,95

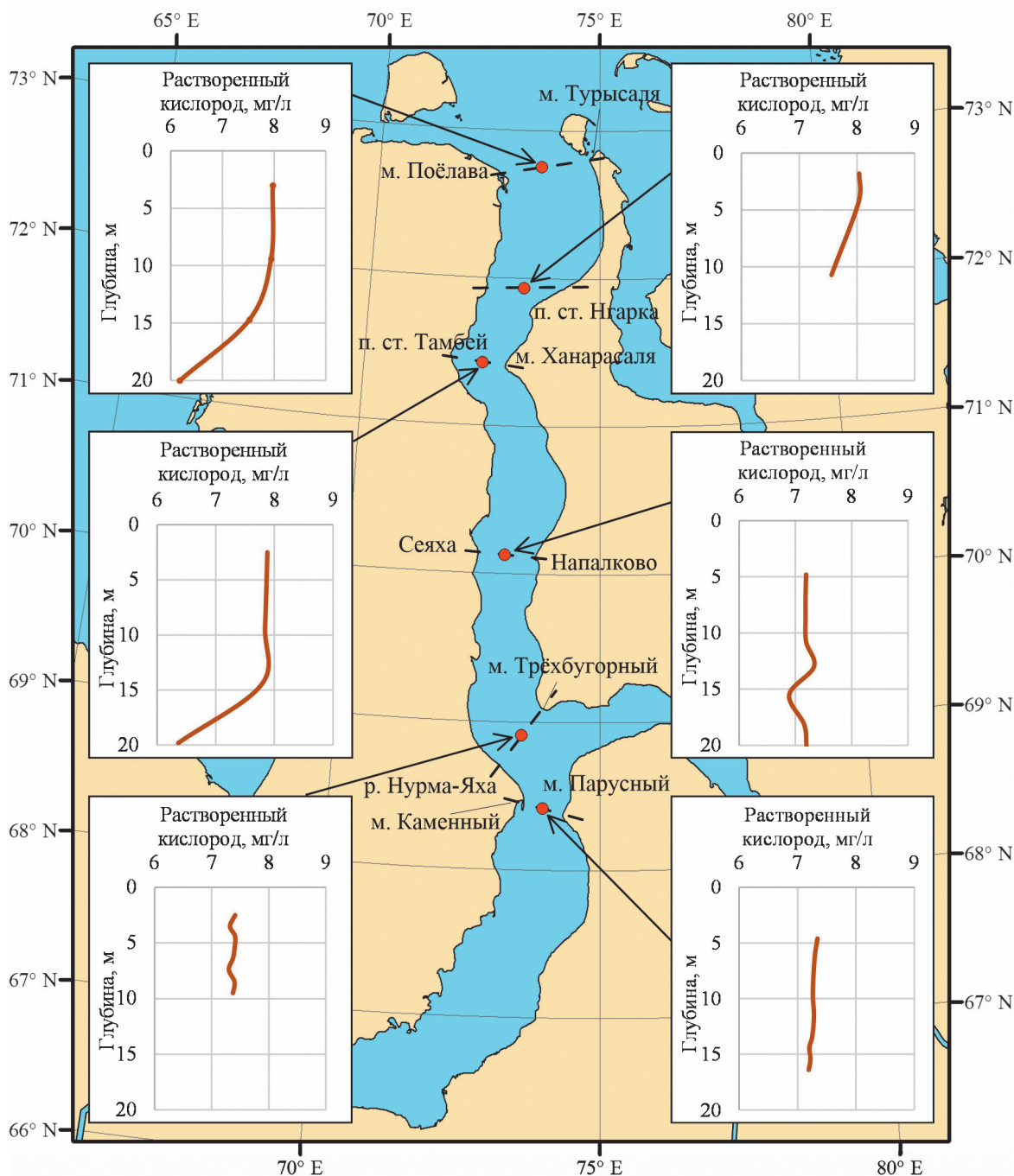


Рис. 3. Вертикальное распределение растворенного кислорода по разрезам Обской губы (август 2012 г., сентябрь 2013 г.)
Fig. 3. Vertical distribution of dissolved oxygen along the sections of the Gulf of Ob (August 2012, September 2013)

в 1986 г. (табл. 4) отчетливо показывает тенденцию ее снижения на всех исследуемых разрезах от весны к осени на фоне тенденции уменьшения их содержания с юга на север. В осенний период пространственное распределение содержания кремния более однородно по акватории губы.

Распределение по акватории Обской и Тазовской губ фосфорсодержащих соединений проанализировано по отдельным разрозненным данным экспедиций 1976—1985 гг. В целом следует отметить невы-

сокое содержание фосфатов на исследуемых разрезах. На севере Обской губы отмечены минимальные значения, к югу содержание фосфатов повышается, достигая максимума в 1985 г. на разрезе мыс Каменный — мыс Парусный (0,033—0,163 мг/л). Севернее мыса Трёхбугорный на участках полярная станция Тамбей — мыс Харанасяля и мыс Белый — полярная станция Тадебьяха распределение фосфатов носит более равномерный характер с небольшим содержанием в пределах 0,010—0,060 мг/л.

Таблица 4. Внутригодовая изменчивость содержания соединений кремния в воде Обской губы в 1986 г.

Разрез	Диапазон колебания значений соединений кремния, мг/л	
	Апрель-май	Сентябрь
Полярная станция Тамбей — мыс Харанасалы	1,40—1,98	0,91—1,36
Мыс Белый — полярная станция Тадебьяха	2,00—2,40	0,74—1,22
Сеяха — полярная станция Тадебьяха	2,10—2,50	0,74—1,22
Мыс Круглый — мыс Трёхбугорный	3,25—5,45	0,50—0,68
Мыс Каменный — мыс Парусный	4,35—5,65	1,93—2,25
Траверз Новый Порт	5,95—6,75	2,85—3,20

Таблица 5. Пространственная изменчивость диапазонов колебания фосфатов в водной среде Обской губы

Разрез	Диапазон колебания значений фосфатов, мг/л			
	1976	1983	1984	1985
Полярная станция Тамбей — мыс Харанасалы	0,014—0,042	0,010—0,060	—	0,013—0,030
Мыс Белый — полярная станция Тадебьяха	0,020—0,035	—	0,006—0,018	Н. о.*—0,017
Сеяха — полярная станция Тадебьяха	0,020—0,030	Н. о. —0,020	Н. о. —0,003	0,010—0,056
Мыс Круглый — мыс Трёхбугорный	0,018—0,022	—	Н. о. —0,003	0,016—0,055
Мыс Каменный — мыс Парусный	0,019—0,027	0,010—0,028	0,019—0,039	0,033—0,163
Траверз Новый Порт	0,023—0,027	0,030—0,100	0,032—0,045	0,017—0,056

Примечание: н. о. — ниже предела обнаружения.

Более подробно распределение содержания фосфатов в Обской губе представлено в табл. 5. Согласно данным 2013 г., содержание фосфатов также увеличивается с севера на юг.

Заключение

Обско-Тазовская устьевая область — сложный природный комплекс, где в пределах Обской и Тазовской губ протекают специфические процессы перехода речного гидролого-гидрохимического режима в морской. С другой стороны, процесс интрузии позволяет морским водам вклиниваться под пресные речные воды и смешиваться с ними. В результате смешения образуется новая водная масса, специфическая для устьевых областей рек.

Экспедиции ААНИИ в Обской и Тазовской губах были основополагающими крупными исследованиями XX в. в этом районе. Проведены поиск и анализ архивных материалов арктических устьевых экспедиций, результаты которых во многом не были опубликованы. Характер пространственно-временной изменчивости приоритетных гидрохимических пока-

зателей за 1968—1989 и 2012—2013 гг. позволяет сделать следующие выводы.

В летне-осенний межледовый период 2012—2013 гг. отмечено значительное проникновение морских вод вглубь Обской губы, что объясняется маловодностью впадающих в нее рек. В летне-осенний период в северной части Обской губы галоклин залегает на горизонте 10 м. Следует отметить, что такое положение гидрофронта характерно для периода до строительства подходного морского канала к порту Сабетта в Обской губе.

Для распределения растворенного в воде кислорода характерна сезонная изменчивость. В летне-осенний период наблюдались значения кислорода в среднем больше 7 мг/л. В зимний период в южной части Обской губы и Тазовской губе определен острый дефицит кислорода, значения растворенного кислорода опускаются ниже 1 мг/л. В вертикальном распределении растворенного кислорода в осенний период наблюдается большая изменчивость в северной части Обской губы, чем в южной.

На фоне сохранения тенденции уменьшения содержания соединений кремния с юга на север от-

четливо прослеживается заметная межгодовая изменчивость их содержания по всей Обской акватории губы. Содержание соединений кремния в северной части Обской губы составляет в среднем 0,70—1,70 мг/л, а в южной части значения достигают 8,95 мг/л. Охарактеризованы невысокие концентрации фосфорсодержащих соединений в целом по акватории, отмечается тенденция уменьшения их концентрации к северу от 0,119 до 0,058 мг/л.

Состояние Тазовской губы и южной части Обской губы определяется главным образом речным стоком, и гидрохимический режим этой части в период высоких вод обладает чертами, присущими рекам, а в период низкого стока — озерам и водохранилищам.

Осуществляемое в последние годы масштабное вмешательство в экосистему Обско-Тазовской устьевой области требует регулярных гидролого-экологических наблюдений как на береговых станциях, так и по разрезам акватории губ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-60192).

Авторы с благодарностью вспоминают участников многочисленных экспедиций ААНИИ в Обской и Тазовских губах, работавших в суровых арктических условиях.

Литература

1. Антонов В. С., Маслаева Н. Г. Низовья и устье реки Оби: (Гидролого-навигационный очерк). — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 82 с.
2. Иванов В. В. Гидрологический режим низовьев и устьев рек Западной Сибири и проблема оценки его изменений под влиянием территориального перераспределения водных ресурсов // Проблемы Арктики и Антарктики. — 1980. — Вып. 55. — С. 20—43.
3. Михайлов В. Н., Горин С. Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей эстуариев // Вод. ресурсы. — 2012. — Т. 39, № 3. — С. 243—257.
4. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. — Омск: Омская картогр. ф-ка, 2004. — 303 с.
5. Holmes R. M., Shiklomanov A. I., Suslova A. et al. River discharge [in "State of the Climate in 2020"] // Bull. of the American Meteorological Society. — 2021. — Vol. 102, iss. 8. — P. S290—S292. — URL: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0086.1>.
6. Румянцева Е. В., Шестакова Е. Н., Муждаба О. В. Динамика водных ресурсов рек Арктической зоны Западной Сибири // Науч. вестн. Ямало-Ненец. автоном. округа. — 2017. — № 3 (96). — С. 53—59.
7. Войнов Г. Н., Налимов Ю. В., Пискун А. А. и др. Основные черты гидрологического режима Обской и Тазовской губ (лед, уровни, структура воды) // Под ред. д-ра геогр. наук Г. Н. Войнова. — СПб., 2017. — 192 с.
8. Войнов Г. Н., Пискун А. А. Приливные и сгонно-нагонные колебания уровня воды в районе м. Каменный (Обская губа) // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2019. — Т. 65, № 1. — С. 15—33. — DOI: 10.30758/0555-2648-2019-65-1-15-33.
9. Иванов В. В., Третьяков М. В. Проблемы восстановления и развития системы гидрометеорологических наблюдений в устьевых областях рек Арктической зоны как основы государственного мониторинга этих поверхностных водных объектов // Общество. Среда. Развитие. — 2015. — № 4. — С. 151—160.
10. Указ Президента РФ «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» от 2 мая 2014 г. № 296 (в ред. указов Президента РФ от 27 июня 2017 г. № 287, от 13 мая 2019 г. № 220, от 5 марта 2020 г. № 164). — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377>.
11. Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ (в ред. закона от 2 июля 2021 г. № 338-ФЗ). — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/12742>.
12. Перечень географических координат точек, определяющих положение исходных линий для отсчета ширины территориальных вод, экономической зоны и континентального шельфа СССР // Извещения мореплавателям. — 1985. — № 4450, вып. 21. — С. 38—62.
13. Постановление Правительства РФ «О гидрографическом и водохозяйственном районировании территории Российской Федерации и утверждении границ бассейновых округов» от 30 ноября 2006 г. № 728 (в ред. постановления от 22 апреля 2009 г. № 351). — URL: <https://base.garant.ru/2161810/>.
14. Емелина М. А., Савинов М. А., Филин П. А. Летопись Арктического института: от Севэкспедиции до ГНЦ РФ ААНИИ, 1920—2020 гг. История полярных исследований: В 2 т. — Т. 2 / Под ред. И. Е. Фролова, Н. М. Адамовича, В. Ю. Замятина; науч. ред. В. И. Сычев. — М.: Паулсен, 2021. — 904 с.
15. Оношко В. А. Комплексная арктическая экспедиция морского базирования «Ямал-Арктика 2012»: общие сведения // Рос. поляр. исслед.: Информ.-аналит. сб. — 2012. — № 4 (10). — С. 26—31.
16. Махотин М. С., Блошкина Е. В., Балакин А. А. Океанографические исследования в экспедиции «Ямал-Арктика 2012» // Рос. поляр. исслед.: Информ.-аналит. сб. — 2012. — № 4 (10). — С. 32—34.
17. Васильев А. Н. Взаимодействие речных и морских вод в Обской устьевой области // Труды Аркт. и антаркт. науч.-исслед. ин-та. — 1976. — Т. 314. — С. 183—196.
18. Магрицкий Д. В. Опасные гидрологические явления и процессы в устьях рек: вопросы терминологии и классификации // Наука. Техника. Технологии (Политехн. вестн.). — 2016. — № 2. — С. 35—61.
19. Третьяков М. В. Климатические и антропогенные изменения запасов пресных вод в устьевых обла-

- стях крупных рек бассейна Карского моря // *Вопр. географии*. — № 145: Гидрол. изменения. — М.: Изд. дом «Кодекс», 2018. — С. 252—264.
20. Артамонова К. В., Лапин С. А., Лукьянова О. Н. и др. Особенности гидрохимического режима Обской губы в период открытой воды // *Океанология*. — 2013. — Т. 53, № 3. — С. 357—366.
21. Стунжас П. А., Маккавеев П. Н. Объем вод Обской губы как фактор формирования гидрохимической неоднородности // *Океанология*. — 2014. — Т. 54, № 5. — С. 622—634. — DOI: 10.7868/S0030157414050128.
22. Лапин С. А. Пространственно-временная изменчивость гидролого-гидрохимических характери- стик Обской губы как основа оценки ее биопродуктивности: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — М., 2012. — 25 с.
23. Суханова И. Н., Флинт М. В., Сахарова Е. Г. и др. Фитоценозы Обского эстуария и Карского шельфа в позднелетний сезон // *Океанология*. — 2018. — Т. 58, № 6. — С. 882—898. — DOI: 10.1134/S003015741806014X.
24. Смагин В. М., Русанов В. П., Катунин И. М. Гидрохимический режим и охрана вод низовьев и устьев рек Западной Сибири и Карского моря в связи с территориальным перераспределением водных ресурсов // *Проблемы Арктики и Антарктики*. — 1980. — Вып. 55. — С. 61—66.

Информация об авторах

Третьяков Михаил Вячеславович, кандидат географических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38), e-mail: tmv@aari.ru.

Румянцева Елена Владимировна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38), e-mail: rev@aari.ru.

Брызгалов Валентина Александровна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38), e-mail: vbyzgalo@yandex.ru.

Пискун Александр Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38), e-mail: piskun@aari.ru.

Василевич Игорь Игоревич, младший научный сотрудник, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт (199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38), e-mail: ii.vasilevich@gmail.com.

Библиографическое описание данной статьи

Третьяков М. В., Румянцева Е. В., Брызгалов В. А. и др. Пространственно-временная изменчивость гидрохимических показателей водной среды Обской и Тазовской губ // *Арктика: экология и экономика*. — 2022. — Т. 12, № 1. — С. 46—57. — DOI: 10.25283/2223-4594-2022-1-46-57.

SPATIAL-TEMPORAL VARIABILITY OF HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GULF OF OB AND TAZ BAY

Tretiakov, M. V., Rumiantseva, E. V., Bryzgalo, V. A., Piskun, A. A., Vasilevich, I. I.
Arctic and Antarctic Research Institute (St. Petersburg, Russian Federation)

The article was received on August 5, 2021

Abstract

The Gulf of Ob and Taz Bay are components of a special geographical object — Ob-Tar estuarine area. They are intensively used by companies, which produce natural gas and oil in the Yamal Region. The aim of the study is to assess the spatial patterns and temporal dynamics of the priority hydrochemical characteristics of the Gulf of Ob and Taz Bay. The data of the Arctic estuarine expeditions (1968—1989) and complex expeditions (2012—2013), organized by the Arctic and Antarctic Research Institute, are used as the research materials.

The authors have analyzed hydrochemical characteristics: pH, salinity, dissolved oxygen, silicon and phosphorus compounds. In summer-autumn period 2012—2013 there was a significant seawater intrusion to the south of

the Gulf of Ob, caused by a small runoff of rivers the in these dry years. Dissolved oxygen distribution is determined by seasonal variability. In summer-autumn period the average values of more than 7 mg/l were observed. In winter, in the southern part of Gulf of Ob and Taz Bay there was an extreme oxygen deficit, dissolved oxygen values dropped below 1 mg/l. A tendency for a decrease in the content of silicon and phosphorus compounds from south to north was noted. Concentrations of phosphorus-containing compounds in the whole water area were low.

The condition of Taz Bay and southern part of the Gulf of Ob is mainly determined by the river runoff and the hydrochemical regime in the area. In the period of high waters the regime has features inherent to rivers, and in the period of low flows — to lakes and reservoirs. Large-scale interference in the ecosystem of Ob-Taz estuarine area recently requires regular hydrological-ecological observations at coastal stations and along the water area sections.

Keywords: *Russian Arctic, Yamal peninsula, Gulf of Ob, Taz Bay, Arctic zone of the Russian Federation, river mouths, estuary, hydrochemical regime, Ob-Taz estuarine area.*

The reported study was funded by RFBR according to the research project No. 18-05-60192.

The authors thank the participants of AARI expeditions in the Gulf of Ob and Taz Bay, who worked in the harsh Arctic conditions.

References

1. Antonov V. S., Maslaeva N. G. Lower reaches and estuary of the Ob river. (Hydrological and navigation feature article). Leningrad, Gidrometeoizdat, 1965, 82 p. (In Russian).
2. Ivanov V. V. The hydrological regime of the lower reaches and estuaries of the rivers of Western Siberia and the problem of assessing its changes under the influence of the territorial redistribution of water resources. *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 1980, iss. 55, pp. 20—43. (In Russian).
3. Mikhailov V. N., Gorin S. L. New definitions, regionalization, and typification of river mouth areas and estuaries as their parts. *Water Resources*, 2012, vol. 39, no. 3, pp. 247—260. DOI: 10.1134/S0097807812030050.
4. Atlas of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Omsk: Omsk map factory, 2004, 303 p. (In Russian).
5. Holmes R. M., Shiklomanov A. I., Suslova A., Tretiakov M., McClelland J. W., Scott L., Spencer R. G. M., Tank S. E. River discharge [in “State of the Climate in 2020”]. *Bull. of the American Meteorological Society*, 2021, vol. 102, iss. 8, pp. S290—S292. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0086.1>.
6. Rumiantseva E. V., Shestakova E. N., Muzhdaba O. V. Dynamics of water resources of the rivers of the Arctic zone of Western Siberia. *Nauch. vestn. Yamalo-Nenets. avtonom. okruga*, 2017, no. 3 (96), pp. 53—59. (In Russian).
7. Voinov G. N., Nalimov Iu. V., Piskun A. A., Stanovoi A. A., Usankina G. E. Main features of the hydrological regime of the Gulf of Ob and Taz bay (ice, levels, water structure). Ed. Doctor of Geography G. N. Voinov. St. Petersburg, 2017, 192 p. (In Russian).
8. Voinov G. N., Piskun A. A. Tidal and storm surges levels variation at the Cape Kamenny (Gulf of the Ob). *Problemy Arktiki i Antarktiki*, 2019, vol. 65, no. 1, pp. 15—33. DOI: 10.30758/0555-2648-2019-65-1-15-33. (In Russian).
9. Ivanov V. V., Tretiakov M. V. Problems of restoration and development of the hydrometeorological observations system in the estuarial areas of the Arctic zone rivers as the basis for state monitoring of these surface water bodies. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie*, 2015, no. 4, pp. 151—160. (In Russian).
10. The decree of the President of the Russian Federation “About land territories of the Arctic zone of the Russian Federation” from 02.05.2014 no. 296 (as amended on decree of the President of the Russian Federation from 27.06.2017 no. 287, 13.05.2019 no. 220, 05.03.2020 no. 164). Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377>. (In Russian).
11. Federal Law “On internal sea waters, territorial sea and contiguous zone of the Russian Federation” from 31.07.1998 No. 155-FZ (as amended on 02.07.2021 no. 338-FZ). Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/12742>. (In Russian).
12. A list of the geographical coordinates of the points that determine the position of the baselines for calculating the width of the territorial waters, the economic zone and the continental shelf of the USSR. *Izveshcheniia moreplavateliam*, 1985, no. 4450, iss. 21, pp. 38—62. (In Russian).
13. Russian Government Decree “On the hydrographic and water management zoning of the Russian Federation territory and the approval of the boundaries of the basin districts” from 30.11.2006 no. 728 (as amended on 22.04.2009 no. 351). Available at: <https://base.garant.ru/2161810/>. (In Russian).
14. Emelina M. A., Savinov M. A., Filin P. A. Chronicle of the Arctic Institute: from the Sevexpedition to the Russian State Research Center AARI, 1920—2020. History of polar research. In 2 vol. Vol. 2 / Ed. I. E. Frolov, N. M. Adamovich, V. Yu. Zamyatin; scientific editor V. I. Sychev. Moscow, Paulsen, 2021, 904 p. (In Russian).
15. Onoshko V. A. Complex Arctic sea-based expedition “Yamal-Arctic 2012”: general information. *Ros. polyar.*

- issled.: Inform.-analit. sb., 2012, no. 4 (10), pp. 26—31. (In Russian).
16. Makhotin M. S., Bloskhina E. V., Balakin A. A. Oceanographic research in the expedition "Yamal-Arctic 2012". Ros. poliar. issled.: Inform.-analit. sb., 2012, no. 4 (10), pp. 32—34. (In Russian).
17. Vasil'ev A. N. Interaction of river and sea waters in the Ob estuarine area. Trudy Arkt. i Antarkt. nauch.-issled. in-ta. Leningrad, 1976, vol. 314, pp. 183—196. (In Russian).
18. Magritskii D. V. Dangerous hydrological phenomena and processes in river mouths: terminology and classification. Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politekh. vestn.), 2016, no. 2, pp. 35—61. (In Russian).
19. Tretiakov M. V. Climatic and anthropogenic changes of fresh water stocks in the mouth areas of the Kara Sea. Voprosy geografii. No. 145. Gidrologicheskie izmeneniia. Moscow, Publ. House "Kodeks", 2018, pp. 252—264. (In Russian).
20. Artamonova K. V., Lapin S. A., Luk'ianova O. N. et al. The features of the hydrochemical regime in Ob inlet during the open water time. Oceanology, 2013, vol. 53, no. 3, pp. 317—326. DOI: 10.1134/S0001437013030028.
21. Stunzhas P. A., Makkaveev P. N. Volume of the Ob Bay waters as a factor of the formation of the hydrochemical inhomogeneity. Oceanology, 2014, vol. 54, no. 5, pp. 583—595. DOI: 10.1134/S0001437014050129.
22. Lapin S. A. Spatio-temporal variability of hydrological and hydrochemical characteristics of the Gulf of Ob as a basis for assessing its bioproductivity: Thesis abstract for PhD of Geography. Moscow, 2012, 25 p. (In Russian).
23. Sukhanova I. N., Flint M. V., Makkaveev P. N. et al. Phytocenoses of the Ob Estuary and Kara Sea Shelf in the Late Spring Season. Oceanology, 2018, vol. 58, no. 6, pp. 802—816. DOI: 10.1134/S0001437018060139.
24. Smagin V. M., Rusanov V. P., Katunin I. M. Hydrochemical regime and water protection in the lower reaches and estuaries of the rivers of Western Siberia and the Kara Sea in connection with the territorial redistribution of water resources. Problemy Arktiki i Antarktiki, 1980, iss. 55, pp. 61—66. (In Russian).

Information about the authors

Tretiakov, Mikhail Viacheslavovich, PhD of Geography, Chief Researcher, Head of the Department, Arctic and Antarctic Research Institute (38, Bering str., St. Petersburg, Russia, 199397), e-mail: tmv@aari.ru.

Rumiantseva, Elena Vladimirovna, PhD of Geography, Senior Researcher, Arctic and Antarctic Research Institute (38, Bering str., St. Petersburg, Russia, 199397), e-mail: rev@aari.ru.

Bryzgalo, Valentina Aleksandrovna, PhD of Chemistry, Senior Researcher, Arctic and Antarctic Research Institute (38, Bering str., St. Petersburg, Russia, 199397), e-mail: vbyzgalo@yandex.ru.

Piskun, Aleksandr Aleksandrovich, PhD of Engineering Science, Senior Researcher, Arctic and Antarctic Research Institute (38 Bering str., St. Petersburg, Russia, 199397), e-mail: piskun@aari.ru.

Vasilevich, Igor Igorevich, Junior Researcher, Arctic and Antarctic Research Institute (38, Bering str., St. Petersburg, Russia, 199397), e-mail: ii.vasilevich@gmail.com.

Bibliographic description of the article

Tretiakov, M. V., Rumiantseva, E. V., Bryzgalo, V. A., Piskun, A. A., Vasilevich, I. I. Spatial-temporal variability of hydrochemical characteristics of the Gulf of Ob and Taz Bay. Arktika: ekologiya i ekonomika. [Arctic: Ecology and Economy], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 46—57. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-1-46-57. (In Russian).

© Tretiakov M. V., Rumiantseva E. V., Bryzgalo V. A., Piskun A. A., Vasilevich I. I., 2022