

Кузнецов В.В., Ефрешкин И.М., Аржанова Н.В., Гангнус И.А., Ключарева Н.Г.
Лукьянова О.Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГУП ВНИРО)

Аннотация

В 2006-2007 гг. в процессе проведения четырех экспедиций ВНИРО выполнена экологическая и рыбохозяйственная оценка Обской губы в южной и средней ее частях в различные сезоны года. Показаны масштабы пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости гидролого-гидрохимического режима, состава и биомассы планктона и бентоса и влияние этой изменчивости на промысловую ихтиофауну. В экологии Обской губы важнейшую роль играет масса заморных вод, формирующаяся зимой в среднем и нижнем течении Оби и южной части Обской губы и смещающаяся к северу под напором возросшего весенне-летнего стока. Заморные воды оказывают большое влияние на развитие кормовой базы рыб и их распределение в водоеме. Ежегодный выход заморных вод в губу замедляет развитие организмов фито- и зоопланктона, затрудняет миграцию рыб и использование акватории губы рыбами для нагула. Интенсивность развития заморных явлений варьирует по годам. Значительная часть ресурсов планктона летом не используется рыбами в пресноводной части губы и выносится в солоноватоводную зону.

В условиях возрастающего антропогенного воздействия на экосистемы арктического шельфа в связи с добычей углеводородного сырья, развитием промышленности и судоходства необходима организация экологического мониторинга как условия рационального природопользования и устойчивого развития прибрежной зоны морей (Матишов и др., 1999). Организация рыбохозяйственного мониторинга как составляющей общего экологического мониторинга необходима в целях сохранения биологических ресурсов водных экосистем. Шельф Карского моря в районе Обской губы особенно богат ресурсами углеводородов. Эстуарии, к числу которых относится Обская губа, будучи конечными пунктами водосбора с обширных территорий, помимо прямой индустриальной нагрузки, принимают огромный груз аллохтонного вещества антропогенной природы (Макаревич, 2007). В то же время Обская губа является водоемом исключительной рыбохозяйственной ценности. Здесь находятся места нагула и зимовки таких ценных объектов промысла, как сибирский осетр *Acipenser baerii*, нельма *Stenodus leucichthys nelma*, муксун *Coregonus muksun*, омуль *C. autumnalis*, чир *C. nasus*, сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian*, пелядь *C. peled*, ряпушка *C. sardinella*, корюшка *Osmerus*

mordax dentex, налим *Lota lota* и др. По запасам сиговых рыб (Coregonidae) бассейн Оби занимает первое место в мире.

Организация экологического мониторинга возможна только на базе учета широкой амплитуды изменчивости многих экологических параметров, свойственных эстуарным экосистемам арктических морей вообще и Обской губе в частности. Важнейшими факторами, определяющими эту изменчивость, являются сезонные и межгодовые климатические изменения, колебания объема речного стока, формирование и исчезновение ледового покрова. На современном фоновом состоянии экосистемы Обской губы также сказывается вынос аллохтонного вещества антропогенной природы с промышленно освоенных территорий Обь-Иртышского бассейна. Применительно к пресноводным экосистемам России вообще говорят уже не о природном, а об антропогенно-измененном природном фоне (Никаноров и др., 2007). В период, предшествующий усилению антропогенного воздействия на экосистемы, необходимо зарегистрировать сформированное на данный момент состояние антропогенно-измененного природного фона, в противном случае ранее накопленные изменения могут быть приписаны новым развивающимся промыслам.

Обская губа, представляющая собой залив Карского моря, с примыкающей к ней с востока Тазовской губой составляют единый водоем. При ширине 30-75 км и протяженности с юга на север на 750 км Обская губа вместе с Тазовской имеет площадь 62 тыс. км² (Юданов, 1935; Бурмакин, 1940; Москаленко, 1958). Осолоняемая с севера водами Карского моря, с юга Обская губа находится под мощным воздействием стока р. Обь. Среднегодовой сток в море составляет 530, 5 куб. км (Иванов, Осипова, 1972). По сезонам сток распределяется следующим образом: зима – 8,4%, весна – 14,6%, лето – 56%, осень – 21% (Михайлов, Гвоздецкий, 1978). Зимнее питание реки осуществляется в основном за счет грунтовых, болотных вод, бедных кислородом (Залогин, Родионов, 1969). Поступление этих заморных вод в южную часть губы вынуждает рыбу отходить в более северные участки.

Опубликованные данные по экологии Обской губы довольно многочисленны и содержатся в работах Москаленко (1955, 1958), Лещинской (1962), Киселева (1970), Андриенко (1978), Кузиковой (1989), Лисицына (1994), Семеновой (1995), Макаревича (2007) и др. Значительная часть собранных данных обобщена в коллективной монографии "Экология рыб Обь-Иртышского бассейна" (2006). Однако поскольку комплексных экосистемных экспедиций, охватывающих все основные сезоны, в районе Обской губы не проводилось, вопрос о масштабах межсезонной и межгодовой изменчивости состояния экосистемы остается открытым. Знание масштабов сезонной и межгодовой изменчивости состояния различных компонентов экосистемы совершенно необходимо для регистрации

тех изменений, которые могут произойти в будущем в результате увеличения антропогенной нагрузки. Отсутствие соответствующих данных по изменчивости фоновых показателей чревато тем, что состояние среды, аномальное по тем или иным показателям в силу естественных причин, может быть интерпретировано как результат антропогенных процессов.

В 2006-2007 гг. в разные сезоны года в южной и средней частях Обской губы ВНИРО (при финансировании со стороны ООО «Газфлот») провел четыре экспедиции силами сотрудников лабораторий экологии рыб, эколога-токсикологических исследований, морской экологии, прибрежных исследований. Целью исследования является комплексная оценка состояния водной экосистемы, необходимая для организации экологического мониторинга. В полевых работах на договорных началах принимали также участие сотрудники ФГУ «Нижнеобьрыбвод», обработку гидробиологических материалов проводили сотрудники ИБВВ РАН*. Обследованы три участка, выделенные для проведения поиска и оценки залежей углеводородов: Северо-Каменномысский, Каменномысский-море и Обской, а также прилежащие к ним акватории. Полученные данные показывают большую пространственную изменчивость многих исследованных характеристик, значительные сезонные и межгодовые изменения в состоянии экосистемы. Эту изменчивость необходимо учитывать при общей оценке состояния экосистемы и при организации мониторинга.

Материалы и методы

В период открытой воды работа проводилась с использованием судов «Неотразимый» (МЧС России), РС-300 № 168 (ФГУ «Нижнеобьрыбвод») и моторной лодки (работа в прибрежье и устьях притоков). Комплексные съемки проводились по стандартной схеме, включающей 52 станции (рис. 1). При наличии ледового покрова использовались внедорожные автомобили и снегоходы.

Ихтиологические наблюдения, а также сбор материалов в подледный период проводились по иной схеме, содержащей меньшее число станций. Весной 2007 г. вблизи м. Каменный были выполнены дополнительные станции (см. вставку на рис 1).

* Авторы признательны сотрудникам указанного института за выполненную работу, а также директору ВНИРО Б.Н.Котеневу, заместителям директора В.И. Соколову и Ю.Б.Зайцевой, руководителям лабораторий В.В.Сапожникову, С.А.Соколовой, Е.Н.Кузнецовой за активное участие в организации научных исследований, а также А.В.Вагину, А.В.Преснякову, Д.А.Широкову, А.М. Кузнецову и другим сотрудникам ФГУП "ВНИРО" и ФГУ "Нижнеобьрыбвод", принимавшим участие в сборе материала.

Для отбора различных проб использовалось следующее оборудование: сеть Джели, дночерпатели Петерсена и ДАК-250, батометр емкостью 5 л, датчик температуры и растворенного кислорода "Гидролаб". Для отлова рыбы использовались наборы жаберных сетей с разной ячейей в диапазоне от 22 до 75 мм, мальковый невод. Обработка собранных материалов осуществлялась преимущественно стандартными методами в судовой и береговой лабораториях.

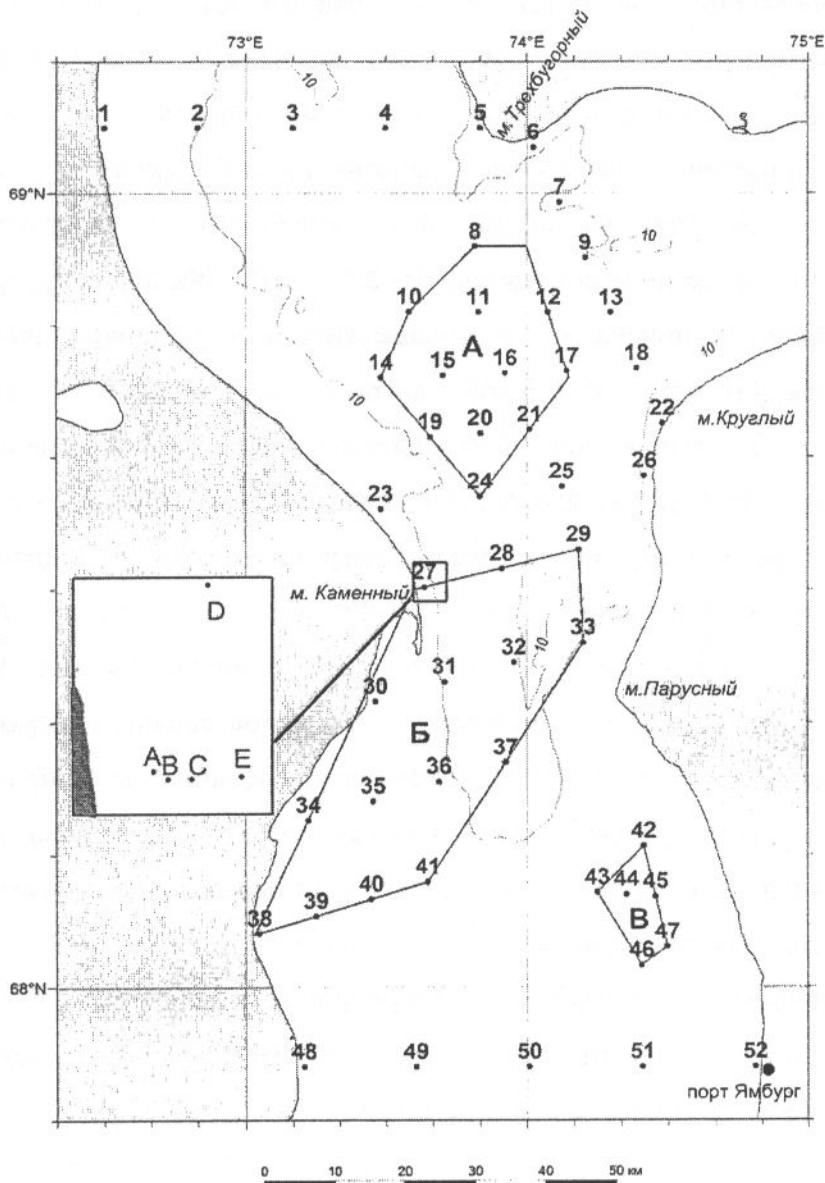


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в период открытой воды. Участки: А – Северокаменномысский, Б – Каменномысский-море, В – Обской Вставка – дополнительные станции, выполненные в мае 2007 г.

Результаты и обсуждение Особенности гидрологии

В летний период динамика вод Обской губы весьма сложна и формируется стоковым течением р. Обь и Тазовской губы, приливо-отливными, ветровыми и сгонно-нагонными

течениями. Если стоковый фактор за период проведения наблюдений (20 дней) относительно постоянен, то приливы и ветер характеризуются большой временной изменчивостью и определяют основную изменчивость циркуляции вод. Внутренний массоперенос в губе определяется взаимодействием однонаправленных и реверсивных транзитных перемещений водных масс и крупномасштабных циркуляций. На юге губы возможные реверсивные перемещения частиц воды за счет приливов уменьшаются в сизигию до 1 км, зато скорости течения во время экстремальных нагонных явлений на мелководье могут обеспечить переносы частиц до 100 км. Кроме поступательного переноса частиц, может иметь место турбулизация потока длинными волнами с усилением процессов перемешивания. Можно считать, что циркуляционные течения в Обской губе образуются в основном за счет ветров определенных направлений. Самыми эффективными с точки зрения возникновения сгонно-нагонных ситуаций для акватории Обской губы являются ветры меридиональных и близких к ним направлений. Направления потоковых течений соответствуют генеральному направлению берегов губы (Иванова, 1984).

По результатам моделирования течений в Обской губе дана оценка воздействия ветров разных направлений на водообмен (Павлов, 1983). При северном нагонном ветре и ветрах широтных направлений (особенно при восточном) в губе образуются циркуляционные ячейки и противотоки, что делает губу похожей на большое озеро или водохранилище. При такой ситуации внешний водообмен снижается, формируется внутренний водообмен. При южных ветрах, особенно при прохождении весеннего половодья в губе, преобладает транзитный поток, что делает ее похожей на реку.

При отсутствии других факторов стоковое течение должно быть направлено на север, однако измеренное летом 2007 г. направление течения на глубине 3 м лишь в 35% случаев имело северную составляющую. С глубиной повторяемость появления северной составляющей увеличивается (на 6 м – 65 %, а 9 м – 72%). Это объясняется большим влиянием ветра на поверхностный слой, а направление ветра в это время года – преимущественно северных румбов, в глубинных же слоях влияние стоковой составляющей течения возрастает. Максимальные скорости наблюдались на северном разрезе у восточного берега и составили более 0,5 м/с. Угол отклонения направления течения на горизонте 6 м от течения на 3 м в 85% случаев не превышал 90°. У западного берега к северу от м. Каменный на горизонтах 3 и 6 м наблюдались вдольбереговые противотечения – на глубине 3 м, направленные на северо-запад, а на 6 м – на юго-восток.

В большинстве случаев вертикальная структура течений слабо согласована с направлением ветра, что подтверждает сложный характер суммарного течения. Мелководность акватории также может влиять на характер эпюры скоростей. Однако в

центральной части участка Каменномысский-море наблюдалась почти классическая картина «разворота» течения направо от ветра. Станции этого участка выполнялись во время сильного северного ветра со скоростями более 10 м/с, и при этом, по-видимому, влияние остальных факторов было минимальным или они воздействовали в том же направлении. На этих станциях угол отклонения течения от ветра на горизонте 6 м составлял около 90°, а скорости течения достигали 0,3-0,4 м/с.

Интересная особенность циркуляции вод обнаружена на станциях в западной части губы южнее м. Каменный (участок Каменномысский-море). Несмотря на то, что станции выполнялись в разную фазу прилива и при разной ветровой ситуации, в этой части исследуемого района циркуляция вод направлена на юг. Это подтверждает ранее высказанное мнение (Лоция, 2001) о наличии здесь квазипостоянного течения, противоположного по направленности общему стоковому течению р. Обь. Таким образом, перенос водных масс, планктонных организмов и загрязнений может осуществляться с севера на юг вдоль западного берега Обской губы.

У восточного берега губы, в том числе на станциях Обского участка, течения чаще имели северную составляющую, особенно на глубине. На станциях в середине губы между м. Каменным и м. Круглым течения были слабее, чем у берегов. На южном разрезе (ст.ст. 48-52) наблюдавшиеся течения были также относительно слабы и имели северную составляющую. На разрезе через Тазовскую губу (ст. 6, 7, 9, 18, 22) течения на всех горизонтах были направлены на запад, из Тазовской губы, а скорости при этом - невысокие (не более 0,08 м/с). На северном разрезе (ст.ст. 1-5) у восточного берега губы (ст. 3,4,5) течения имели направление на северо-запад, а у западного – противоположное ему, на юго-восток, что также говорит о разнонаправленности циркуляции вод у восточного и западного берегов.

В зимний период акватория Обской губы изолирована ледовым покровом от атмосферного воздействия, поэтому влияние на динамику вод имеют лишь два фактора: стоковое и приливные течения. Зимой наблюдения проведены в открытой части губы и у западного берега. Хорошо заметно, что наиболее сильные течения приурочены к западному берегу губы (более 0.15 м/с), и у них, как правило, имеется северная составляющая. Угол отклонения направления течения на разных горизонтах, как правило, незначителен и не превышает 30°. Колебания течений имеют неправильный полусуточный характер. Так, на большинстве станций в течение суток наблюдаются 2 больших максимума скорости (до 0.15-0.16 м/с) и 2 малых (не превышающих 0.1 м/с). В промежутках между ними скорость может падать до 0.02 м/с). На большинстве станций максимальные скорости достигаются при максимуме северной составляющей течения, что объясняется наложением стокового течения р. Обь и отлива. Этому моменту и соответствуют

большие максимумы скорости. Во время прилива течение может иметь южную составляющую т.е. противоположную направлению стока реки. В этом случае скорости невелики и не превышают 0.1 м/с. Этому моменту соответствует появление малого максимума скорости течения.

Вода в исследуемой части Обской губы была пресная даже в позднезимний период, когда сток р. Обь минимален и существует вероятность проникновения в этот район в придонном слое осолоненных вод Карского моря (Лоция, 2001). Распределение температуры воды в декабре и мае весьма однородно и по вертикали и по горизонтали. Температура близка к точке замерзания и испытывает небольшой рост ко дну. В августе температура воды на исследуемой акватории может превышать 13°C.

Кислородный режим

Режим растворенного кислорода в реке обусловлен преимущественно изменением температуры и интенсивностью продукционно-деструкционных процессов. Речная вода Оби в паводок достаточно хорошо азрирована, но все же немного недонасыщена (до 95%) кислородом (Пивоваров, 2000). По данным экспедиций ВНИРО, в августе 2006 и 2007 гг. в водах Обской губы в летний период насыщение воды кислородом не превышает 100%, а в среднем составляет 95-97% (6,75-7,78 мл/л). Наименьшее содержание кислорода отмечается во время или сразу после штормов, когда сильное волнение приводит к взмучиванию воды. Это может быть связано либо с отсутствием интенсивного фотосинтеза из-за повышенной мутности, либо с увеличенным потреблением кислорода за счет окисления органического вещества, поступившего в воду при взмучивании донных отложений.

Понижение температуры воды в зимний период обуславливает увеличение растворимости кислорода, однако установление ледового покрова препятствует газообмену с атмосферой и интенсивному фотосинтезу. Поэтому с наступлением зимы содержание растворенного кислорода начинает постепенно уменьшаться. В декабре содержание кислорода еще довольно высокое – в среднем около 90% насыщения (от 8,58 до 9,64 мл/л). К концу зимы происходит истощение запасов кислорода. Наиболее выражен дефицит кислорода в южных районах Обской губы, что сопровождается замором рыбы, поэтому зимнюю пресную воду в южных районах Обской губы принято называть "заморной" водой (Пивоваров, 2000). О заморном состоянии водоема говорят при снижении количества кислорода в воде до 2,5 мл/л, однако у большинства ценных видов рыб угнетенное состояние начинается уже при содержании его 4,5 мл/л. (Смагин, 1980). Из нижней Оби заморные воды начинают проникать в Обскую губу в марте. Северной границей их распространения являются, по одним данным, район Нового порта (южнее

исследуемой акватории) (Смагин, 1980), а по другим – м. Каменный (Залогин, Родионов, 1969). Во время экспедиции ВНИРО в апреле-мае 2007 г. проведено достаточно детальное исследование пространственной и временной изменчивости содержания растворенного кислорода. В первой половине мая содержание растворенного кислорода на исследуемой акватории было весьма низким - в среднем около 4 мл/л (~50% насыщения). Разницы между поверхностным и придонным горизонтами практически не прослеживалось, что обусловлено перемешиванием воды по вертикали. На обследованной акватории наблюдалось увеличение содержания кислорода с юго-востока на северо-запад – от 3,5 мл/л (21%) до 6,5 мл/л (67%). Это находится в соответствии с результатами более ранних исследований характера распространения заморных вод, которые, продвигаясь с юга на север, оказываются прижатыми к восточному берегу. Самая низкая концентрация кислорода (1,2 мл/л) была зафиксирована в самой южной точке исследований, у восточного берега в районе порта Ямбург.

В районе м. Каменный в течение месяца (со 2 мая по 2 июня) проводились многократные измерения содержания растворенного кислорода в фиксированных точках с целью выявления его временной изменчивости. Результаты представлены на рис. 2. Первоначальная концентрация кислорода составляла от 6,1 мл/л (ст. 10) до 5,2 мл/л (ст. D, C). Далее, происходило снижение содержания растворенного кислорода со скоростью около 1 мл/л за 10 дней. По достижении концентрации в 4 мл/л скорость падения содержания кислорода увеличивалась вдвое. Причем, чем дальше станция расположена от берега, тем раньше начиналась увеличиваться скорость падения и тем раньше концентрация достигала минимальных величин. Так, на относительно удаленной от берега станции D концентрация кислорода уменьшилась до 2 мл/л к 25.05, а на более близкой к берегу (ст. B) – только к началу июня.

В мае обнаружена сильная пространственная изменчивость содержания растворенного кислорода. На станциях, выполненных 30 мая, наблюдался четко выраженный кислородный фронт, который, видимо, связан с подходом заморных вод и, возможно, с особенностями циркуляции вод у м. Каменный. Здесь отмечено очень резкое падение содержания кислорода от 4,76 мл/л у берега (ст. A) до 0,3 мл/л – в открытой части (ст. E), т. е. на протяжении 2,5 км концентрации кислорода снизилась почти на 4,5 мл/л (горизонтальный градиент составил 1,8 мл/л на км) (рис. 3). Наличие такого фронта вблизи берега может приводить к массовым скоплениям рыбы в этот период в узкой прибрежной области.

Освобождение губы ото льда, поступление внешних вод, активное цветение водорослей привели к тому, что к августу 2007 г. концентрация кислорода достигла тех же величин, что и в августе 2006 г.

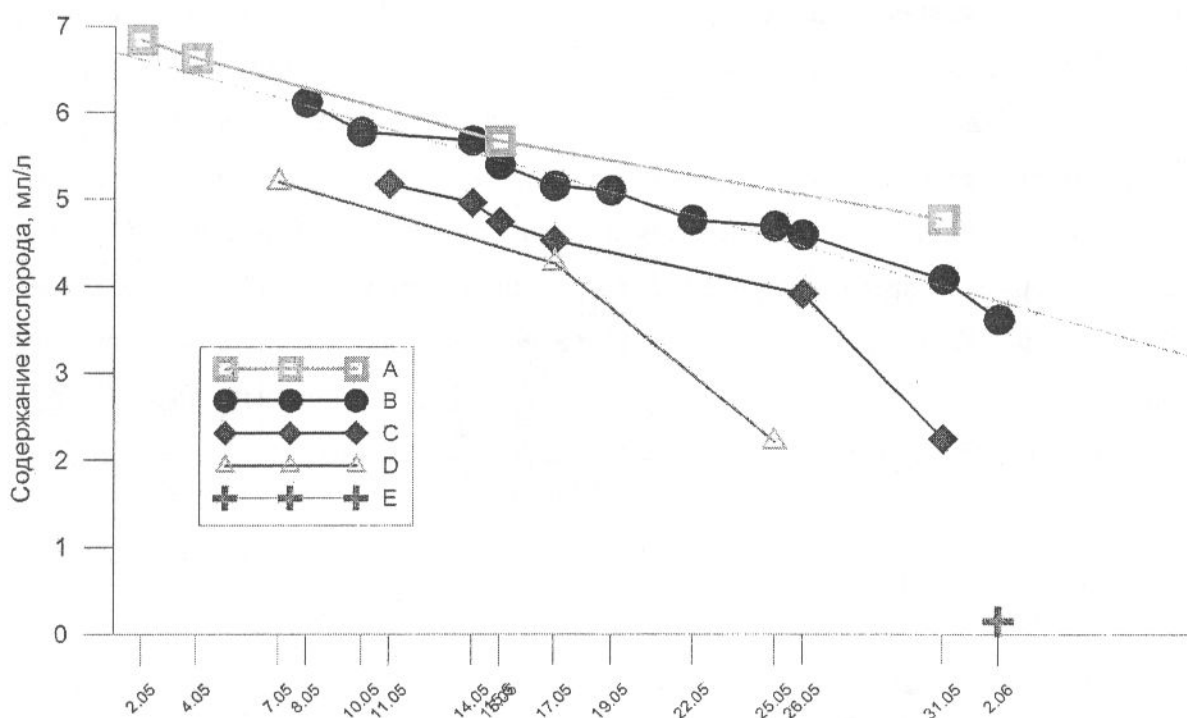


Рис. 2. Временной ход растворенного кислорода на станциях А, D, В и С в районе м. Каменный в мае 2007 г.

Динамика содержания биогенных элементов.

Валовое количество азота (минеральный + органический) в течение года почти не меняется, но в холодный период в связи с преобладанием деструкционных процессов резко сокращается его органическая составляющая (она уменьшилась почти в 2.5 раза от августа 2006 г к маю 2007 г.) и почти во столько же раз возрастает доля минеральных форм (рис. 4). Активизация продукционных процессов летом 2007 г. привела к резкому уменьшению количества минеральных форм азота и восстановлению органических до первоначальных величин, характеризующих лето 2006 года. Соотношение различных минеральных форм азота (аммонийного, нитритного и нитратного) также подчиняется определенной закономерности. Так, в летний сезон из-за интенсивного потребления нитратов фитопланктоном минеральный азот представлен, главным образом, аммонийной формой. В среднем, его содержание в воде на исследуемой акватории летом – около 0.8 μM , а максимально – более 5 μM . В течение зимы при отсутствии фотосинтеза в результате процесса нитрификации возрастает количество нитратного азота и в мае 2007 г. на его долю приходилось уже более 95% (до 32 μM).

Анализируя сезонные изменения содержания кремния в Обской губе, можно отметить, что в летний период, когда идет потребление кремния на образование створок диатомовых водорослей, его содержание наименьшее (в августе 2006 г – около 40 μM). (рис.4) Осенью-зимой при отмирании диатомовых водорослей происходит увеличение

концентрации кремния (в декабре 2006 г – около 103 μM), с достижением наибольших значений в конце мая в предвегетационный период (160 μM). Летом содержание кремния опять падает. Надо отметить, что в августе 2007 года концентрация кремния снизилась по сравнению со значением, зафиксированным в мае 2007 года (в среднем ~ 96 μM и ~ 150 μM , соответственно), но была более, чем в 2.5 раза выше, чем в августе 2006 года. Такое высокое содержание кремния во время вегетационного периода 2007 г. можно объяснить, тем что, летом 2007 года, после мощного развития заморных явлений в губе, приведших к массовой гибели рыб, интенсивность первичного продуцирования была ниже, что привело к уменьшению потребления кремния диатомовыми водорослями.

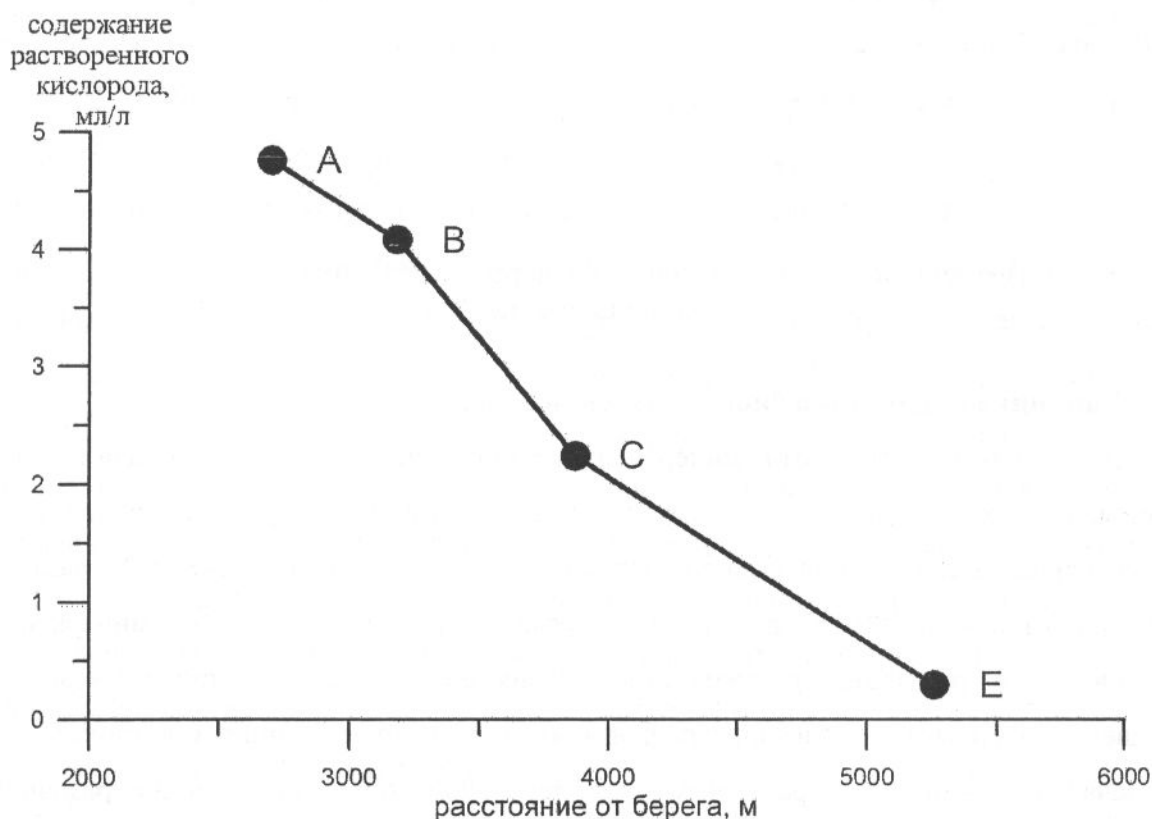


Рис. 3. Пространственная изменчивость содержания растворенного кислорода (мл/л) в районе м. Каменный 31 мая 2007 г.

Это подтверждается гидробиологическими исследованиями, которые показали, что летом 2007 года биомасса водорослей была в 4 раза ниже, чем в августе 2006 года (см. раздел, посвященный фитопланктону). В распределении кремния наблюдается и сильная пространственная изменчивость (рис.5). Она определяется тем, что речные воды, поступающие с юга, отличаются повышенным его содержанием, а на акватории губы начинается интенсивная утилизация кремния диатомовыми. Поэтому зона максимальных концентраций кремния приурочена к восточному берегу, где, как отмечалось выше, преобладают течения с юга. Кроме этого, можно отметить генеральное уменьшение

содержания кремния с юга на север. Минимальная концентрация кремния на исследуемой акватории в августе 2006 г составила 14 μM (на северном разрезе), а в августе 2007 г –

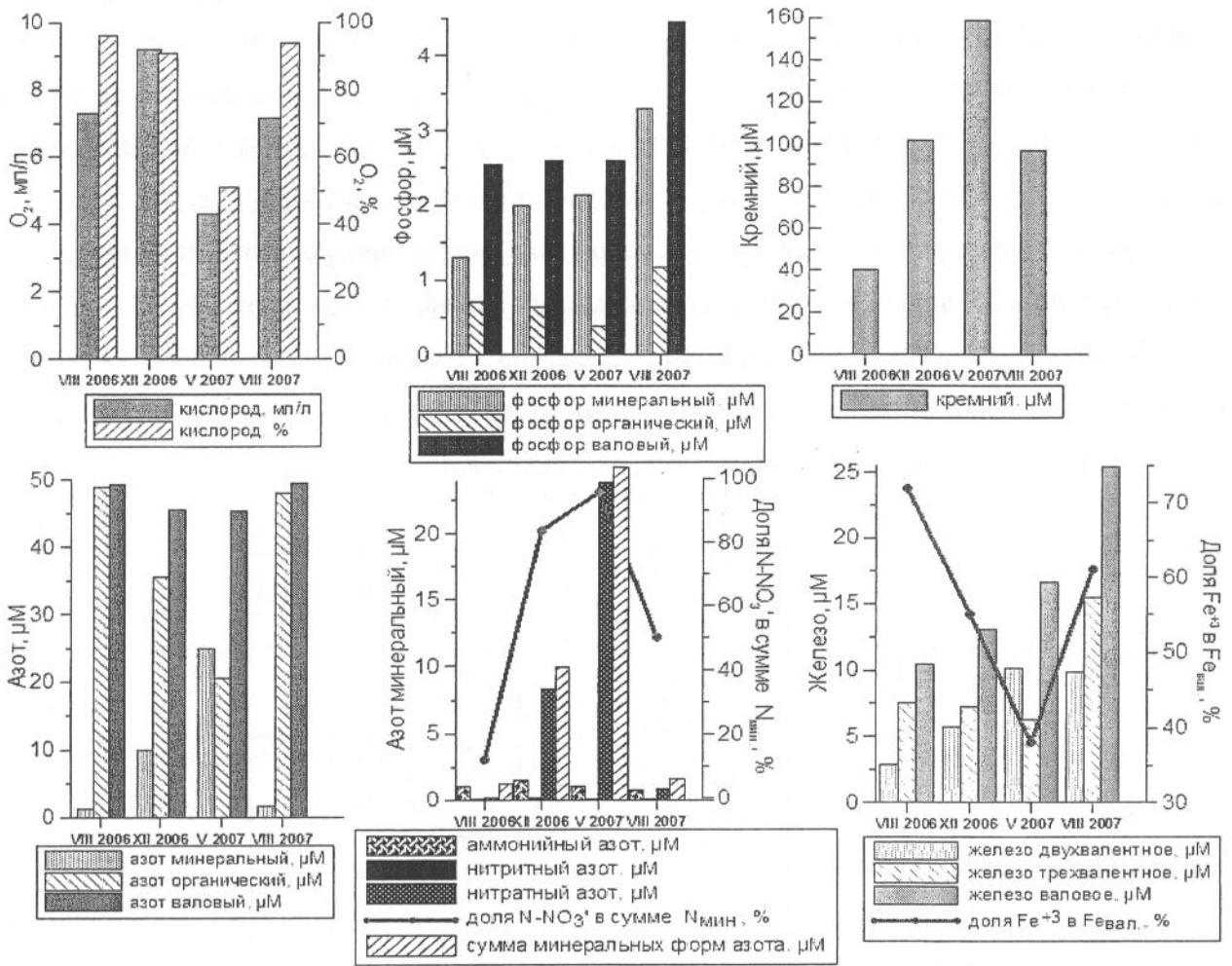


Рис. 4. Изменение содержания кислорода, минеральных и органических форм биогенных элементов и железа (двух- и трехвалентного) в течение года (август 2006 г. - август 2007 г.) в водах Обской губы

около 40 μM (у выхода из Тазовской губы, у м. Трехбугорный). Пространственное распределение других биогенных элементов в летний период повторяет, в целом, характерные черты распределения кремния: уменьшение концентраций с юга на север, и от восточного берега к западному.

Интересной особенностью исследуемых вод оказалось относительно высокое содержание минерального фосфора. Наименьшее его содержание наблюдалось в августе 2006 г. и составляло в среднем более 1 μM . Дальнейшее изменение содержания фосфора с августа 2006 г. по май 2007 г. обусловлено изменением соотношений продукционных и деструкционных процессов и в полной мере соответствуют изменению содержания азота (рис. 4) При практически постоянном количестве валового фосфора (органический + минеральный) происходит постепенное уменьшение с конца лета по конец зимы органической (август 2006 г – около 0,96, декабрь 2007 г. – 0,62, май 2007 г. – 0,37 μM), и

увеличение минеральной (декабрь – 2,06, май – 2,15 μM) форм фосфора. В августе 2007 г., вопреки ожиданиям, концентрация минерального фосфора стала выше (3,3 μM) не только по сравнению с данными за август 2006 г, но и по сравнению с зимними концентрациями. Одной из причин этого, по-видимому, как и в случае с кремнием, является низкая скорость первичного продуцирования вследствие мощного развития заморных явлений в 2007 г. Кроме того, увеличение содержания как минерального, так и органического фосфора могло происходить за счет взмучивания донных осадков. Так, на станциях, выполненных сразу после шторма, его содержание возрастало до величин более 3 μM . Относительно большое количество штормовых дней в августе 2007 г. могло способствовать повышению содержания фосфатов в воде. Можно также высказать предположение, что источником повышенного содержания фосфора летом 2007 г стало большое количество отмерших организмов, оставшихся после замора.

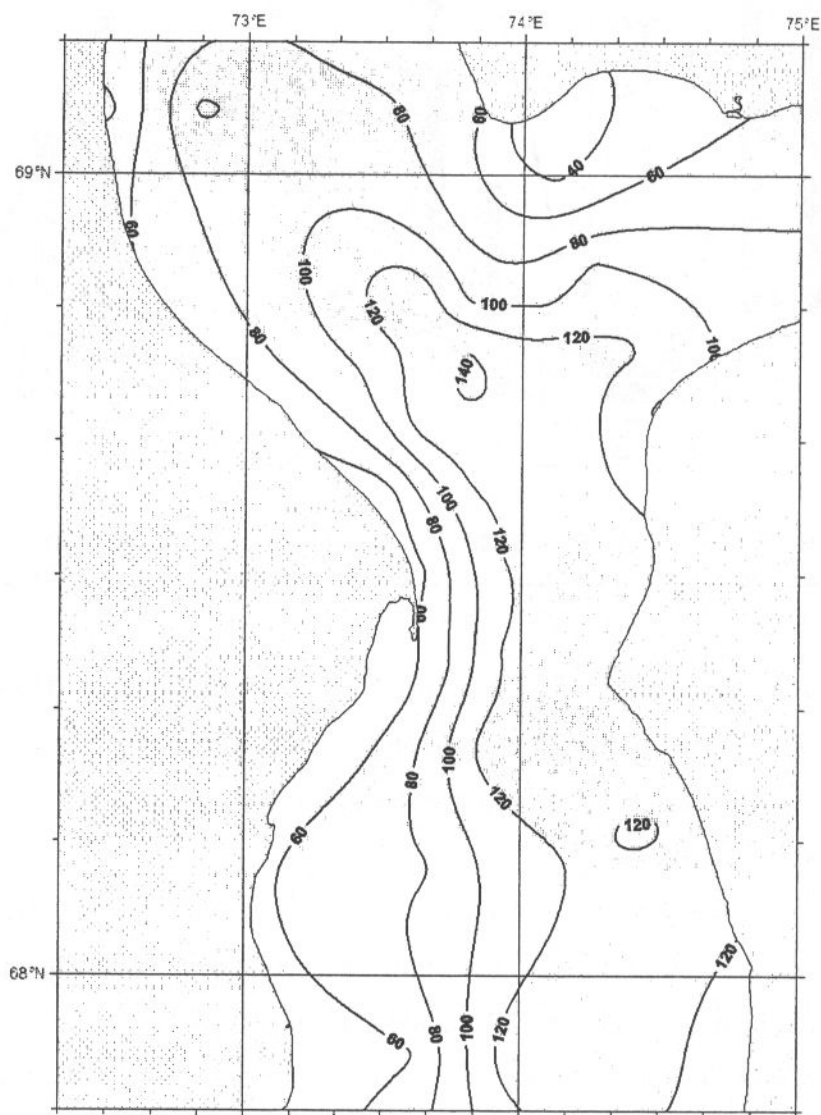


Рис.5. Распределение кремния на поверхности Обской губы в августе 2007 г.

Воды Обской губы характеризуются высоким содержанием окислов двухвалентного и трехвалентного железа. Общее содержание железа неуклонно росло в течение года и достигло максимума в августе 2007 г. В сравнении с данными за август 2006 г. содержание как двухвалентной, так и трехвалентной форм на основной части акватории возросло в полтора-два раза. Летом, в период насыщения толщи воды кислородом, более 50% приходится на трехвалентное железо, тогда как в зимний и ранневесенний периоды доля трехвалентного железа от суммарного его количества не превышает 40%. Концентрация железа в воде также может возрастать при взмучивании донных отложений, поскольку последние характеризуются высоким его содержанием.

Состояние сообществ организмов планктона и бентоса

В августе 2006-2007 гг. в *фитопланктоне* Обской губы обнаружено 246 таксонов водорослей рангом ниже рода, из них 169 – в 2006 г. и 177 – в 2007 г. Наибольшим таксономическим богатством отличались зеленые и диатомовые водоросли. Число доминирующих видов в альгоценозах в оба периода наблюдений было практически одинаковым: 21 и 19, соответственно. Средняя по станциям численность и биомасса организмов фитопланктона в 2006 г. была выше, чем в 2007 г. в 4 раза. В 2006 г. средняя численность составила 23×10^6 кл/л и биомасса - 13 г/м^3 . В 2007 г. средняя численность составила 6×10^6 кл/л и биомасса - 3 г/м^3 . Различия наблюдались и в составе доминирующих комплексов фитопланктона. В 2006 г. по численности лидировали синезеленые водоросли, а в 2007 г. - диатомовые. По биомассе в оба периода исследования доминировали диатомовые. В 2006 г. при значительных различиях между станциями в численности водорослей и величине их биомассы не наблюдалось выраженных тенденций в изменчивости этих показателей на акватории. В 2007 г. наибольшее обилие сине-зеленых водорослей наблюдалось в южной и юго-западной частях района. По уровню биомассы основная часть исследованной акватории в 2006 г. относилась к водам эвтрофного типа с чертами мезотрофии на отдельных участках, а в 2007 г. - мезотрофного типа.

Полученные данные по численности и биомассе фитопланктона в 2007 г. близки к тем уровням, которые наблюдали в исследованном районе ранее (Киселев, 1970; Семенова, 1995). В 2006 г. численность и биомасса организмов фитопланктона была особенно высока. Огромная масса фитопланктона поступает в южную часть Обской губы с речным стоком. Суммарный годовой сток фитопланктона, зарегистрированный у Салехарда, варьирует по годам в широких пределах, от 238 до 659 тыс.т (Семенова и др., 1989).

По значениям индексов сапробности воды губы в 2006 и 2007 г. относились к $\beta - \alpha$ мезо-сапробной зоне органического загрязнения. Наличие в планктоне тератологических форм водорослей, очевидно, связано с ежегодным развитием заморных явлений, интенсивность которых по естественным причинам в 2007 г. была особенно высока. Соответственно, число станций с их находками в указанном году увеличилось вдвое. По эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) показателям качества поверхностных вод большая часть исследованной акватории в августе 2006 г. была слабо загрязненной, а в августе 2007 г. – достаточно чистой.

В августе 2006 г. в *зоопланктоне* обнаружено 44 вида беспозвоночных, среди которых 11 коловраток, 16 веслоногих и 17 ветвистоусых ракообразных. В 2007 г. в зоопланктоне обнаружено 35 видов беспозвоночных, среди которых 13 коловраток, 8 веслоногих и 14 ветвистоусых. Интенсивное развитие заморных явлений в 2007 г. сказалось в значительном сокращении числа обнаруженных видов, что особенно ярко проявилось в отношении веслоногих. В 2007 г. зоопланктон большинства участков отличался низким разнообразием. Основу видового разнообразия составляли коловратки и ветвистоусые рачки. В 2006 г. средняя численность организмов составила 8758 экз./м³, в 2007 г. - 834 экз./м³. В августе 2006 г. средняя биомасса зоопланктона составила 0,298 г/м³, в 2007 г. - 0,026 г/м³. От 2006 г. к 2007 г., в летний сезон доля веслоногих ракообразных сократилась – в 3 раза, доля коловраток возросла в 3 раза. Средняя биомасса сократилась в 11,5 раза. Выраженной тенденции в распределении биомассы по району не обнаружено.

В декабре 2006 г. в зоопланктоне обнаружено 10 видов беспозвоночных: 3 - коловраток, 6 - веслоногих и 1 - ветвистоусых ракообразных. В большинстве участков наблюдалось высокое разнообразие веслоногих ракообразных. Они составляли основу численности и биомассы. Средние показатели в декабре составили 425 экз./ м³ и 0,016 г/м³, что почти в 20 раз ниже августовских показателей. На южных станциях (район порта Ямбург и Обской лицензионный участок) наблюдалось относительно высокая доля коловраток при сниженной общей биомассе зоопланктона.

Зимой видовой состав организмов отличался от летнего 2006 г. Четыре вида зоопланктеров не встречались летом: коловратка *Lecane luna*, *Cyclops abyssorum*, *Cyclops insignis* и *Senecella calanoides*. *S. calanoides* обеспечивала значительную часть общей биомассы зоопланктона в центральной части исследованного района. Существенная доля численности и биомассы здесь также приходилась на копеподу *Limnocalanus macrurus*. Ювенильные стадии составили 86% численности и 3% биомассы копепод.

Максимальные показатели видового разнообразия, численности и биомассы организмов зоопланктона зарегистрированы в районе м. Каменный. В целом, полученные

результаты свидетельствуют о весьма благополучном качестве среды. Исключение составляет район порта Ямбург, где повышена доля коловраток, а среди доминантов зарегистрирована *Keratella quadrata*, массовое развитие которой приурочено к водам с высоким содержанием биогенных и органических веществ.

В ранневесенний период в зоопланктоне обнаружено 13 видов беспозвоночных, среди которых 1 вид коловраток, 11 - веслоногих ракообразных и 1 – амфипод. Численность организмов зоопланктона составила в среднем 350 экз./м³, биомасса – 0,011 г/м³. Основу численности и биомассы составляли веслоногие ракообразные при доминировании копеподитных стадий развития калянид *Cyclops kolensis*, *Limnocalanus macrurus*. Показатели обилия зоопланктона в мае и декабре сопоставимы. От зимы к весне число видов коловраток снизилось с 3 до 1, число же веслоногих ракообразных увеличилось с 6 до 11. Существенно изменился и видовой состав ракообразных.

В период наблюдений происходили значительные изменения в состоянии абиотической среды. В мае наблюдалось прогрессирующее падение содержания растворенного кислорода (рис.2), связанное с распространением зоны заморных вод на север под напором паводковых вод Оби. Численность организмов зоопланктона в водах с низким содержанием кислорода была низка.

Согласно классификации Пидгайко и др. (1968), водоем с биомассой зоопланктона до 1 г/м³ характеризуется как малокормный. В целом исследованная пресноводная часть губы как летом, так и зимой для рыб-планктофагов является водоемом малокормным или, в лучшем случае (летом 2006 г.), - средnekормным.

Зарегистрированный масштаб межгодовых различий в численности и биомассе зоопланктона в летний период (11-кратные различия в биомассе) не отражен в литературе. В соответствии с резким уменьшением обилия фито- и зоопланктона находится установленный факт снижения на порядок количества взвешенного углерода в 2007 г., а также уменьшение содержания взвешенных углеводов.

Москаленко (1958) приводит в несколько раз меньшие оценки биомассы зоопланктона, чем полученные нами в 2006 г. Данные, приведенные Лещинской (1962) показывают очень неравномерное распределение зоопланктона, величина биомассы которого колеблется от единиц и десятков мг до 1-2 г на м³ и выше. По ее данным, биомасса планктона возрастает с увеличением температуры воды. В основном, она приводит более высокие оценки биомассы зоопланктона, чем полученные нами и Москаленко. Приводимые Лещинской данные по средней летней биомассе зоопланктона в Обской губе (1958- 1,240 г/м³, 1959 – 0,678 г/м³) и соответствующие пересчеты на всю ее площадь представляются весьма приблизительными, поскольку факт крайне неравномерного распределения обилия зоопланктона в этих расчетах не учтен; в

частности, северная часть губы, где биомасса зоопланктона в солоноватых водах на порядок выше, чем в южной и средней частях, вообще не обследована. Слепокурова и др. (1990) для июля-августа 1986 г. приводят следующие данные по биомассе зоопланктона по районам губы: южная часть – 1,6 г/м³, средняя – 1,2 г/м³, северная – 0,8 г/м³. Здесь совершенно очевидна неверная (заниженная) оценка биомассы зоопланктона северной части губы, связанная со слабой ее изученностью. Пробы, полученные 150-литровым батометром в пресноводном участке губы в сентябре 1993 г. с борта НИС "Дмитрий Менделеев", показали биомассу мезопланктона в пределах 0,10-0,25 г/м³ (Виноградов, Шушкина, 2000), что сопоставимо с нашими данными, полученными в 2006 г. В северной части губы в солоноватых водах биомасса достигала 20,6 г/м³ в придонном слое (глубина 15 м) и 8,6 г/м³ на глубине 10 м. Этот район является местом нагула солоноватоводных рыб. В частности, именно к нему приурочены наиболее плотные скопления нагульного омуля.

Было известно, что зимний планктон в Обской губе крайне беден (Лещинская, 1962; Андриенко, 1978; Матковский, 2006), однако полученные нами оценки биомассы значительно превышают полученные ранее. Соответственно, в этот период зоопланктон является важным объектом питания муксуна и др. рыб.

В составе *зообентоса* в августе 2006 г. обнаружено 84 таксономические единицы, в т.ч.: олигохет -21, личинок хирономид - 19, моллюсков -14 и высших ракообразных - 4. Действительное видовое разнообразие выше, поскольку детального обследования литоральных биотопов не проводилось, а некоторые группы (нематоды, турбеллярии) не определены до вида. Исследованные виды являются кормовыми объектами рыб. Многие являются индикаторами качества воды. Большое число видов-индикаторов о и о-β-сапробных условий (46% из 39 индикаторных видов) характеризует благоприятную обстановку в водоеме.

В численности и биомассе организмов бентоса были отмечены различия между отдельными участками и разрезами. Средняя плотность организмов по участкам и разрезам (7 единиц сравнения) варьировала в пределах от 5,9 до 21,4 тыс.экз./м², средняя биомасса – от 3,7 до 29,1 г/м². На одну станцию приходилось от 3 до 20 таксонов донных организмов. Их средняя численность на станцию составила 8,9 тыс.экз./м², биомасса - 10,7 г/м². В большинстве проб преобладали олигохеты. Местами было много моллюсков и бокоплавов. Кормность исследованного района для рыб-бентофагов оценивается по классификации Пидгайко и др. (1968) как высокая.

Летом 2007 г. средняя плотность организмов по участкам и разрезам (те же 7 единиц) варьировала в пределах от 2,2 до 8,8 тыс.экз./м², средняя биомасса – от 5,9 до 14,2 г/м². На одну станцию приходилось от 3 до 17 таксонов донных организмов. Их средняя

численность на станцию составила 4,8 тыс.экз./м², биомасса – 8,1 г/м². Интенсивное развитие заморных явлений зимой 2007 г. сказалось и на зообентосе. Многие виды, встречавшиеся в 2006 г., не были обнаружены. Возросла встречаемость моллюсков, и на некоторых станциях они стали доминировать, потеснив олигохет. Средняя биомасса бокоплавов была в 11 раз меньше, чем в предыдущем году.

Зимой (декабрь 2006 г.), когда было выполнено 8 станций, на одну станцию приходилось от 1 до 10 таксонов донных организмов. Средняя плотность организмов составила 1,4 тыс.экз./м², биомасса – 1,9 г/м². В числе доминантов отмечены двустворчатый моллюск *Sphaerium levinodis* и хирономида *Procladius (Holotanypus) sp.*, олигохеты, преимущественно - *Spirosperma ferox*, бокоплав *Micruropus wahl* и *Pseudalibrotus birulai*.

В апреле-мае 2007 г. при наличии прочного ледового покрова было выполнено 16 станций, большая часть которых пришлась на участок Каменномысский-море. На одну станцию приходилось от 2 до 15 таксонов. Средняя плотность организмов составила 7,6 тыс.экз./м², биомасса – 10,3 г/м². По биомассе доминировали олигохеты (преимущественно *Alexandrovina onegensis* и *Spirosperma ferox*), бокоплав (преимущественно *Pontoporeia affinis*), моллюски (*Sphaerium levinodis*).

Летом было зарегистрировано 84 таксона организмов зообентоса, зимой - 28 и 35 - в ранневесенний период. Меньшее число станций, выполненных в зимний и весенний периоды, несомненно, отрицательно сказалось на оценке общего видового разнообразия организмов зообентоса. В апреле-первой половине мая условия были позднезимними. Значительных изменений в составе сообществ за подледный период их жизни не произошло, однако в популяциях олигохет, моллюсков и бокоплавов появилась молодежь. На величине зимних показателей могли сказаться такие факторы, как выборочное варьирование при малом числе станций и крайне неравномерном распределении биомассы, а также сложности получения проб в условиях зимы. По-видимому, подледный период лучше отражают данные за апрель-май, основанные на большем числе станций. Эти данные не показывают существенного уменьшения биомассы в подледный период.

Показатели биомассы зообентоса позволяют отнести исследованный район как в период открытой воды, так и в подледный период (данные за апрель-май) к категории высококормных для рыб-бентофагов.

Кузиковой (1989) в дельте Оби и Обской губе выделено семь донных биоценозов. Обширную акваторию южной части губы она относит к олигохетно-моллюсковому ценозу. Наши данные показали, что в пределах этой акватории и в прилегающих с севера участках наблюдается связь бентофауны (в отношении видового состава и биомассы) с характером субстрата и глубиной. Наибольшим обилием организмов зообентоса

характеризуется биотоп со скоплениями детрита, наблюдаемый в области изобаты 10 м на участке Каменномысский-море и далее к северу. Численность и биомасса бентоса в этом биотопе колеблется в пределах 14 – 31 тыс. экз./м² и 18 – 32 г/м², составляя в среднем 22 тыс. экз./м² и 27 г/м². Количественно в биотопе доминируют олигохеты, по массе – бокоплавы, массовыми видами являются *Limnodrilus sp.*, *Stylodrylus sp.* и *Pontoporeia affinis*. С уменьшением доли грубого детрита снижаются показатели обилия бентоса. На широко распространенных заиленных песчано-глинистых грунтах (глубина 11-15 м) наблюдается меньшее видовое разнообразие, средняя численность и биомасса бентоса составляют 3,4 тыс. экз./м² и 4,06 г/м², максимальные показатели - 9,6 тыс. экз./м² и 10,3 г/м², соответственно. Население биотопа составляют олигохеты, хирономиды и моллюски. На заиленных глинистых грунтах максимальных глубин преобладают моллюски. Доля олигохет и хирономид незначительна. Средние значения численности и биомассы бентоса наименьшие - 0,48 тыс. экз./м² и 2,05 г/м².

Состояние промысловой ихтиофауны в связи с условиями водоема

В летне-осенний период (август-сентябрь) удаленные от берегов акватории слабо заселены рыбами. Здесь встречаются, в основном, рыбы трех видов: зубастая корюшка, ряпушка и ерш. Эти рыбы хорошо улавливаются мелкоячейными сетями (22-32 мм). Их распределение было неравномерным. На отдельных станциях доминировала ряпушка, на других – корюшка, на некоторых – ерш. Уловы ряпушки в открытых участках губы летом 2006 г. варьировали в пределах от 0 до 77 экз. на рыболовное усилие (100 кв.м сети в сутки), корюшки - от 0 до 28 экз. на усилие, ерша - от 0 до 230 экз. на усилие. Значительно более плотно населены рыбами прибрежные мелководные участки губы близ устьев впадающих в нее многочисленных рек. В губе близ устьев притоков уловы ряпушки достигали 600 экз. на усилие. Уловы корюшки в прибрежье достигали 384 экз. на усилие. Максимальные уловы ерша отмечены в открытых участках губы.

Уловы более крупноячейных сетей (36-65 мм) в открытых частях губы были незначительны или отсутствовали. В эти сети попадала в незначительных количествах корюшка, которая цепляется зубами за сетное полотно сетей с относительно крупной ячейей. Не было отмечено в существенных количествах особей сига-пыжьяна и чира. Однако эти рыбы весьма многочисленны в устьевых участках притоков и предустьевых участках губы. Следует отметить, что собственный сток этих притоков небольшой и в их нижние участки распространяется приносимая приливами вода из губы. В этих местах в мелкоячейных сетях уловы сига-пыжьяна на усилие достигали 528 экз., чира – 799 экз., в более крупноячейных сетях (36-65 мм) – 503 и 885 экз., соответственно. В устьях притоков многочисленна щука. В устьевом участке р. Чугорьяха ежегодно наблюдается

многовозрастное скопление неполовозрелого омуля. Очень плотные скопления крупного муксуна и неполовозрелого омуля в начале сентября наблюдали в нижнем участке р. Тадебьяха, впадающей в губу с востока значительно севернее лицензионных участков. Рыбы в этих скоплениях практически не питаются. Заходы муксуна, нельмы и других рыб губы наблюдаются и в других притоках. Перемещения крупных особей муксуна отмечены на мелководье вдоль восточного берега губы южнее м. Круглого. В прибрежье губы относительно плотно населенные рыбами участки чередуются с редко населенными. В глубоководных участках местами встречается крупный осетр. В частности, такой участок имеется в устьевом районе Тазовской губы. В пресноводной части губы широко распространена минога, как на мелководьях, так и на больших глубинах. Местами она сильно повреждает попавшую в сети рыбу.

Большинство рыб в уловах были представлены неполовозрелыми особями. В конце сентября встречались половозрелые особи пыжьяна и ряпушки в IV стадии зрелости, что свидетельствует о наличии местного нереста этих рыб в районе лицензионных участков. В уловах малькового невода у берегов из ценных видов рыб встречались сеголетки сига-пыжьяна и ряпушки, что также свидетельствует о наличии местного нереста этих видов.

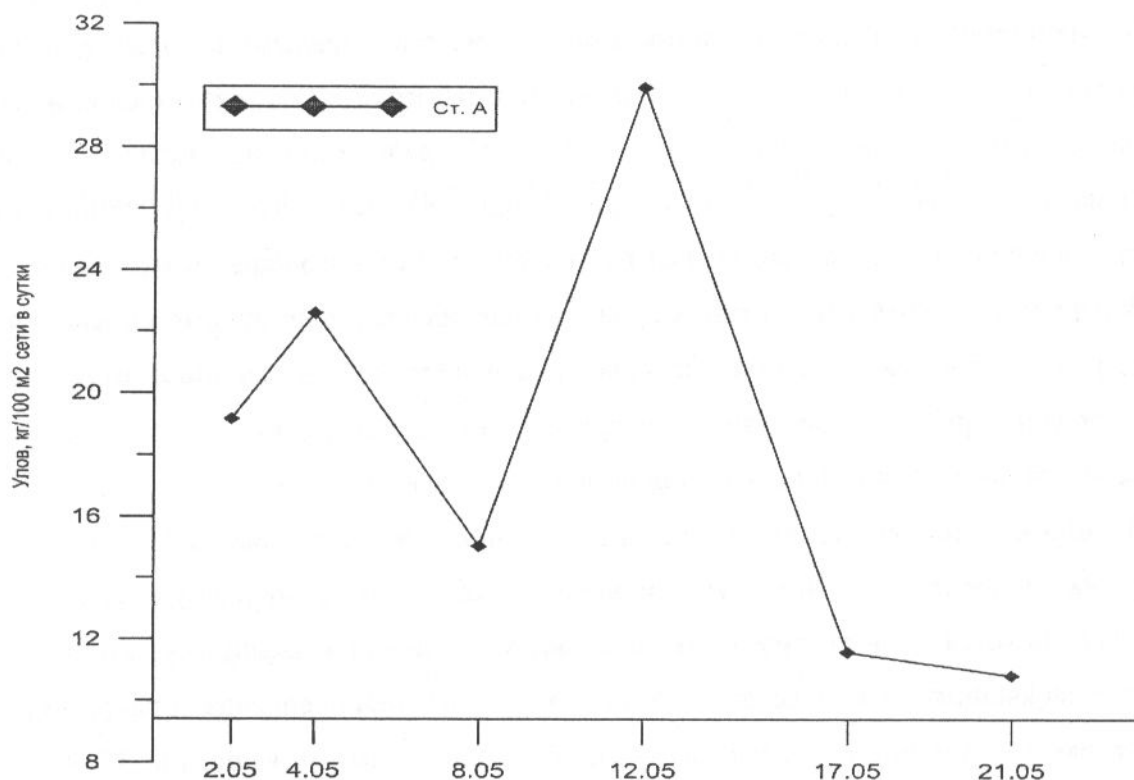
В период открытой воды значительные скопления рыб формируются южнее, в низовьях р. Обь. В более северных участках, в осолоненной зоне, происходит нагул солоноватоводных рыб. Распространенные представления о массовом нагуле сиговых рыб в исследованном нами районе в летний период умозрительны.

От лета к зиме происходят радикальные изменения в составе сообщества рыб и в характере их распределения. Зимой удаленные от берегов глубоководные участки более широко используются такими промысловыми видами, как сиг-пыжьян, муксун и чир. В уловах мелкочейных сетей в декабре 2006 г. по числу особей преобладали ряпушка (до 50 экз. на рыболовное усилие), сиг-пыжьян (до 83 экз. на усилие) и ерш (до 37 экз. на усилие). В сетях с ячейей 40 мм преобладали муксун (до 7 экз. на усилие) и сиг-пыжьян (до 11 экз.). В крупноячейных (50-70 мм) сетях преобладали муксун (до 25 экз. на усилие) и нельма (до 2 экз. на усилие). Единично встречалась молодь осетра. В то же время практически исчезла корюшка, обычная в открытых участках губы в летне-осенний период. Популяция муксуна наиболее значима в рыбохозяйственном отношении.

Зимой, несмотря на общее уменьшение обилия зоопланктона и бентоса, кормовые условия района способны обеспечить питание обитающей здесь части популяции муксуна. По-видимому, у дна наблюдаются повышенные концентрации планктонных организмов, что увеличивает их доступность для рыб.

Приближение весны знаменует появление в апреле очень плотных скоплений корюшки (рис.б) в преднерестовом состоянии (с гонадами на IV стадии зрелости).

Весенний период является очень сложным в жизни сообщества рыб. В этот период в исследованном районе формируются плотные скопления муксуна, корюшки и ряпушки. Встречаются также нельма, молодь осетра, сиг-пыжьян, чир, налим и др. рыбы. В 2007 г. плотные скопления муксуна стали формироваться, начиная с 19 мая (рис. 7) С этого момента были зарегистрированы значительные изменения в состоянии абиотической среды. Если на протяжении предыдущего периода выявлена тенденция уменьшения содержания растворенного кислорода, то во второй половине мая появились водные массы, характеризующиеся значительным его дефицитом. В распределении растворенного кислорода были обнаружены высокоградиентные зоны с повышением его содержания в направлении берега. Выявлена связь распределения муксуна, корюшки и других рыб



с

Рис. 6. Уловы корюшки в сетях с ячейей 20-24 мм в мае 2007 г. в районе пос. Мыс Каменный (станция 3)

гидрологическими характеристиками (рис.2, 6, 7). К моменту развития заморных явлений наблюдается повышение плотности скоплений рыб, мигрирующих к югу. С уменьшением содержания кислорода наблюдается резкое падение плотности скоплений рыб до полного их исчезновения.

Хотя кормовая база от зимы к весне существенно не уменьшилась, однако большинство рыб прекратили питание. Их распределение определялось абиотическими условиями (содержание кислорода) и биологическим состоянием. В своем движении к

устью Оби мигрирующие рыбы преодолевают район, подверженный воздействию заморных вод. Некоторое количество рыбы погибает, оказавшись в бескислородных условиях.

В весенний период 2007 г. наблюдалась исключительно высокая смертность рыб в Обской губе. Полученные нами данные позволили объяснить ее причину следующим образом. Температура воздуха в мае в районе губы были исключительно низка, ниже чем в апреле (рис. 8). Резко возросший сток Оби способствовал продвижению заморных вод на север, но сток мелких притоков Обской губы отсутствовал или был незначителен в виду затянувшегося периода низких температур, что сократило количество доступных для

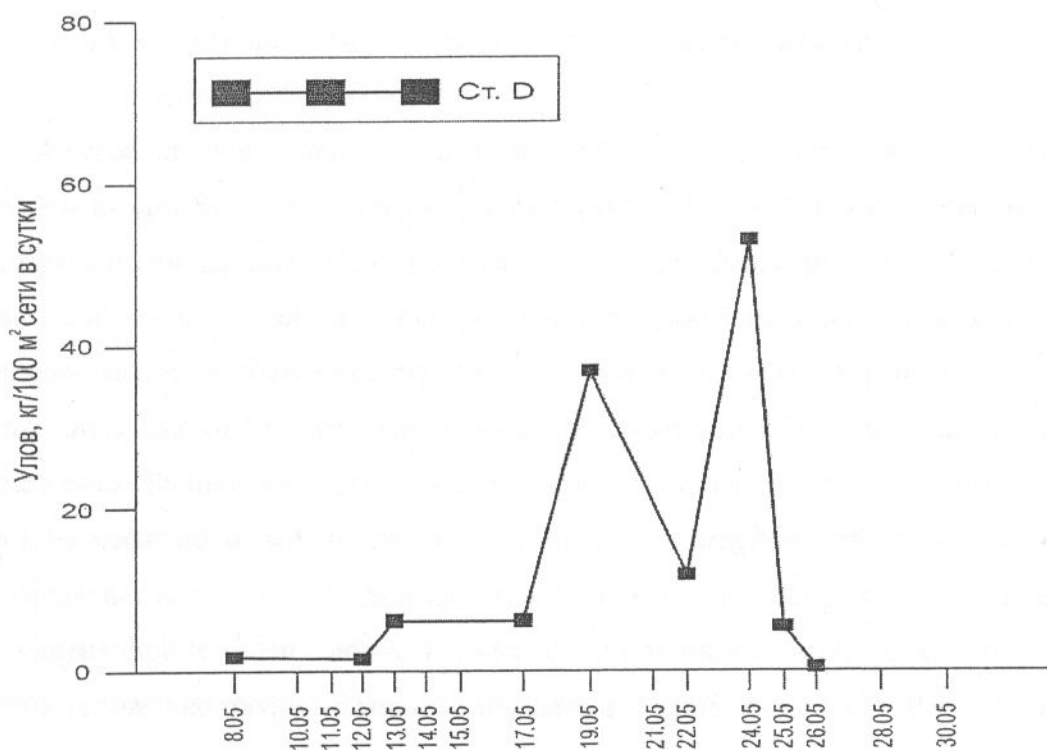


Рис. 7 Уловы муссуна в сетях с ячейей 65-70 мм в мае 2007 г. в районе пос. Мыс Каменный (станция D)

рыб стадий переживания. Могли сказаться и другие факторы. В частности, интенсивность заморных явлений в бассейне Оби зависит от уровня реки в период зимней межени (Новицкий, 1981). Таким образом, выяснилась исключительная роль мелких притоков Обской губы, которые используются рыбами в качестве стадий переживания при продвижении к северу заморной зоны. При этом в реки заходят не только такие обычные для рек рыбы, как сиг-пыжьян и чир, но также омуль, муссун, корюшка. Эти последние виды в реках встречаются в плотных скоплениях, и при этом почти не питаются. Заходы в притоки губы таких рыб связаны с переживанием неблагоприятного состояния абиотической среды в губе.

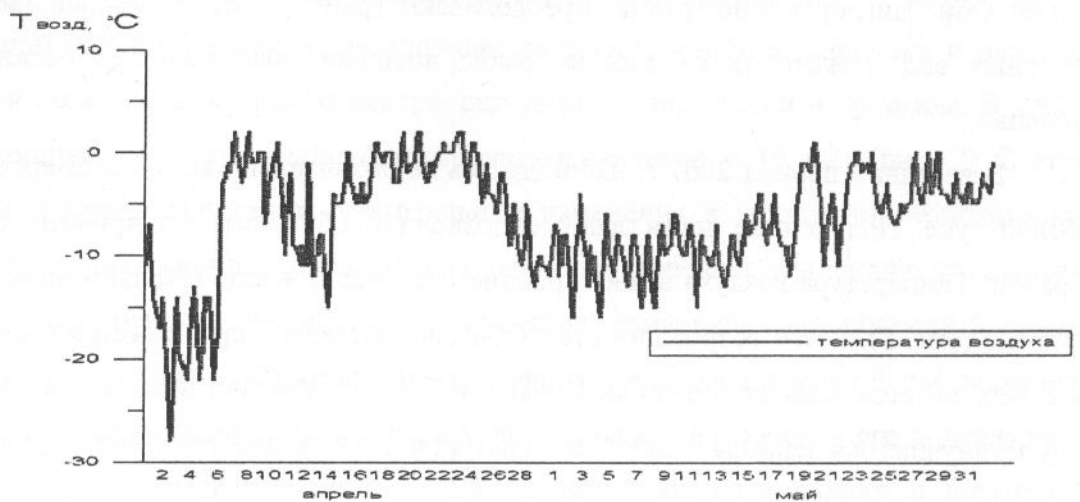


Рис.8. Изменение температуры воздуха в апреле-мае 2007 г.

Малая численность рыб на большей части акватории в летний период свидетельствуют о том, что рыбопродуктивность района в этот период не может быть высокой. В сезон, когда биомасса организмов зоопланктона максимальна, используется он слабо в силу очень малой численности планктофагов и в связи с невысоким уровнем биомассы зоопланктона. Слабо используются существенные ресурсы зообентоса, поскольку из массовых рыб бентофагов открытые воды населяет только ерш, плотность популяции которого в исследованном районе невелика. Малочисленный осетр тем более не может использовать ресурсы зообентоса в значительном масштабе. Отмеченная тенденция повышения численности и биомассы организмов зообентоса в направлении берегов находится в соответствии с тем фактом, что повышенные концентрации рыб встречаются местами в прибрежных участках, в основном, в районах устьев притоков. Лещинская (1962) сильно переоценивает выедание планктона рыбами у западных берегов Обской губы в южной и средней ее частях, называя биомассы зоопланктона в данном районе "остаточными". Судя по уловам на рыболовное усилие и характеру питания, более широко район лицензионных участков используется ценными видами рыб в зимний период. При общем снижении численности и биомассы планктонных организмов зимой, видимо, их доступность для рыб повышается за счет концентрации у дна.

В экологии Обской губы важнейшую роль играет масса заморных вод, формирующаяся зимой в среднем и нижнем течении Оби и южной части Обской губы. Ее роль очевидна в весенний период, когда она преграждает путь рыбам, мигрирующим с севера к местам нагула и нереста. В этот период в район лицензионных участков наиболее плотно населен рыбами ценных видов. Однако этим ее роль не исчерпывается. Мощным заморным явлениям весной 2007 г., когда была отмечена значительная гибель рыб, соответствовал исключительно низкий летний уровень численности и биомассы

организмов фито- и зоопланктона. Таким образом, ежегодный выход заморных вод в губу замедляет развитие организмов фито- и зоопланктона, затрудняет миграцию рыб, использование акватории губы рыбами для нагула.

Значительный научный и практический интерес представляет отслеживание всей совокупности процессов (гидрологических, гидрохимических, биологических), происходящих в Обской губе в весенне-летний период, связанных с перемещением и исчезновением заморной зоны. Продвижение заморных вод к северу в связи с развитием паводка на Оби мы наблюдали весной 2007 г.

Значительная часть общей биомассы планктона из пресноводных районов губы выносятся в солоноватоводную зону. В районах резких изменений физической среды при встрече пресных и морских вод происходит седиментация взвесей, флокуляция коллоидов, аккумуляция загрязняющих веществ (Хлебович, 1974). Это органическое вещество не проникает в пелагиаль открытого моря, которое в силу этого оказывается ультраолиготрофным (Виноградов, Шушкина, 2000). В результате физико-химических и биологических процессов в этой зоне происходит утилизация органического вещества и развивается высокая биомасса солоноватоводных организмов, служащих пищей рыбам солоноватоводного комплекса. В частности, к этой зоне приурочены наиболее плотные скопления нагульного омуля.

Литература

Андриенко Е.К. 1978. Условия обитания ряпушки в Обской губе // Изв. ГосНИОРХ. Т. 136. С. 91-109.

Бурмакин Е.В. 1940. Рыбы Обской губы // Тр. Института полярной экспедиции, животноводства и промыслового хозяйства. Сер. Промысловое хозяйство. Вып. 10. С. 490-570

Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. 2000. Биологические барьеры в эстуариях побережья Российской Арктики / Материалы симпозиума (г. Беломорск, апрель 2001 г.). М.: Изд-во ВНИРО. С.22-27.

Залогин Б.С., Родионов Н.А. 1963. Устьевые области рек СССР // М.: «Мысль». С. 312.

Иванов В.В., Осипова И.В. 1972. Сток Обских вод в море и его многолетняя изменчивость // Тр. Арктического и Антарктического научно-исслед. ин-та. Л.: Гидрометеиздат. Т. 297. С. 86-91.

Иванова А.А. К оценке водообмена Обской губы// Труды ААНИИ. 1984. Том 394. С. 5-9

Киселев И.А. 1970. О флоре водорослей Обской губы с приложением некоторых данных о водорослях Нижней Оби и Иртыша // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Ч. 1(13). С. 41-54.

Кузикова В.Б. 1989. Донные зооценозы Обской губы // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л.: Вып. 305. С. 66-73.

Лещинская А.С. 1962. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база для рыб // Тр. Салехардского стационара. Свердловск: Вып. 2. 76 с.

Лисицын А.П. 1994. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. Т. 34. № 5. С. 737-747.

Лоция Карского моря. Ч.2. Обь-Енисейский район. – С.-Петербург. Гл.упр навигации и океанографии министерства обороны РФ, 2001.

Макаревич П.Р. 2007. Планктонные альгоценозы эстуарных экосистем // М.: Наука. 224 с.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. 1999. Экологический мониторинг прибрежной зоны Баренцева и Карского морей // Известия АН. Серия географическая. №3. С. 69-76.

Матковский А.К. 2006. Обская и Тазовская губы Карского моря // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во научных изданий КМК. С.174-193.

Михайлов Н.И., Гвоздецкий Н.А. 1978. Физическая география СССР. М.: Изд-во МГУ. 455 с.

Москаленко Б.К. 1955. Сиговые рыбы Обского бассейна. Тюмень: Тюменск. Книжное изд-во. 107 с.

Москаленко Б.К. 1958. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна / Тр. Обь-Тазовского отделения ВНИОРХ. Тюмень: Тюменское книжное изд-во. Новая серия. Т. 1. 251 с.

Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Черногаева Г.М. 2007. Антропогенно-измененный природный фон и его формирование в пресноводных экосистемах России // Метеорология и гидрология. № 11. С. 62-78.

Новицкий О.П. 1981. Прогнозирование интенсивности заморных явлений и их влияния на ихтиофауну бассейна Оби // Изв. ГосНИОРХ. Вып. 171. С. 29-36

Павлов В.К., Становой В.В. Расчет климатических характеристик стоково-ветровых течений Обской губы. - Труды ААНИИ. 1983. Том 380. С.49-54

Пивоваров С.В. Химическая океанография Арктических морей России. С. - Петербург, Гидрометеиздат, 2000

Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. 1968. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. Т. 67. С. 205-228.

Семенова Л.А. 1995. Фитопланктон Обской устьевой области и оценка его возможных изменений при изъятии части речного стока // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л. Вып. 327. С. 113-119.

Семенова Л.А., Лелеко Т.И., Алексюк В.А., 1989. Сток планктона Нижней Оби // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л. Вып. 305. С. 56-65.

Слепокурова Н.А., Андриенко Е.К., Слепокуров В.А., Кочетков П.А. 1990. О продуктивности ихтиофауны и кормовых организмов в Обской и Тазовских губах // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы / Сб. научн. тр. Сибирского отделения АН СССР. Новосибирск: Наука. С. 26-27.

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

Хлебович В.В. 1974. Критическая соленость биологических процессов. // Л.: «Наука». 236 с.

Юданов И.Г. 1935. Обская губа и ее рыбохозяйственное значение (по материалам Ямальской экспедиции 1932 г.) // Работы Обь-Тазовской научн. рыбохоз. станции ВНИРО. Т. 1. Вып. 4. С.103.