

УДК 639.3.034 : 597.553.2 (282.4)

ИЗУЧЕНИЕ НЕРЕСТИЛИЩ СИГОВЫХ РЫБ (COREGONIDAE) В ОБСКОЙ ГУБЕ

**А. К. Матковский, С. М. Семенченко, С. И. Степанов, И. А. Терентьев, П. А. Кочетков,
В. И. Уварова, В. Б. Степанова, А. В. Коршунов, П. Ю. Савчук, А. С. Таскаев**

ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
Россия, г. Тюмень

Рассматриваются результаты обследования нерестилищ сиговых рыб в Обской губе. Исследования проводились в 2013–2015 гг. Целью работы являлось изучение возможности нормального протекания эмбриогенеза сиговых в условиях Обской губы. К задачам исследования относилось уточнение расположения нерестилищ ряпушки сибирской, а также установление мест нереста жилой формы сига-пыжьяна. Однако в ходе исследований была обнаружена икра только ряпушки. В статье приводится краткая характеристика ихтиофауны, особенности сезонного распределения рыб, динамика численности и созревания рыб, плотность и распределение икры, а также условия развития икры. Отмечена низкая избирательность ряпушки по отношению к нерестовому субстрату. Ее икра встречается даже на заиленных грунтах, в том числе и на больших глубинах — до 8,5 м. Анализируется различная выживаемость икры ряпушки в зависимости от концентрации растворенного кислорода. Установлена высокая гибель икры на участках, подверженных воздействию заморных вод. На обследованных нерестилищах за период с ноября по апрель выживаемость икры не превышала 5 %. Поимка на акватории нерестилищ трех питающихся личинок ряпушки сразу после распаления льда доказывает принципиальную возможность успешного завершения эмбриогенеза этого вида в Обской губе. Обсуждаются адаптивные особенности эмбриогенеза и жизненного цикла ряпушки по сравнению с другими сиговыми видами рыб в условиях Обской губы.

Ключевые слова: Обская губа; сиговые; нерестилища; икра; эмбриогенез; адаптация.

Ведение

В 2006–2009 гг. комплексной экспедицией ВНИРО впервые, как считают авторы коллективной монографии В. В. Кузнецов и др. [1], в Обской губе установлен нерест сига-пыжьяна. Однако ранее на этот факт указывали и другие ученые [2–4]. Причем П. А. Дрягин в своей обобщающей работе ссылался на исследования Г. П. Кожевникова, проведенные в 1942 г. в районе бухты Яптик-Сале (120 км севернее м. Каменный), по изучению экологии эстуарного сига. Существование такой жилой, не совершающей протяженных нерестовых

миграций формы сига не вызывает сомнения, поскольку в уловах на протяжении многих лет в незначительном количестве, причем не только в Обской, но и Гыданской губе, всегда присутствуют преднерестовые особи этого вида. Более того, И. Г. Юданов [2] в октябре наблюдал текущих рыб в брачном наряде непосредственно в бухте Каменная, где проводились исследования ВНИРО. Кроме того, им отмечались особые благоприятные условия для развития икры в бухте за счет приливно-отливных течений. Тем не менее подтверждение обнаружения икры сига непосредственно в губе ранее никто не приводил. Отсутствие данного факта не позволило в свое время Б. К. Москаленко [5, 6] отметить эти места размножения сига при описании его биологии.

© А. К. Матковский, С. М. Семенченко, С. И. Степанов, И. А. Терентьев, П. А. Кочетков, В. И. Уварова, В. Б. Степанова, А. В. Коршунов, П. Ю. Савчук, А. С. Таскаев

Исследованиями ВНИРО в бухте Каменная в пяти из восьми станций была обнаружена икра сиговых. Причем плотность икры на отдельных станциях была очень значительной (560–860 экз./м²). Поскольку в районе исследований в нерестовом состоянии встречались ряпушка (*Coregonus sardinella*) и сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*), то был сделан соответствующий вывод о видовой принадлежности икры. К сожалению, исследователями не была определена видовая принадлежность икры. Кроме того, возникал вопрос и о высокой плотности икры, которая не могла быть обеспечена сравнительно малочисленной эстуарной формой сига. Сохранялась высокая вероятность того, что эти нерестилища принадлежали самому массовому виду из сиговых рыб — ряпушке, которая нерестится во многих заливах и бухтах пресноводной части Обской губы [5, 7–9]. Причем Е. К. Андриенко [8] отмечал ежегодный нерест ряпушки именно в бухте Каменная. Тем не менее специалистами ВНИРО, так же как и в свое время И. Г. Юдановым [2], в бухте Каменная отмечены текущие (преднерестовые) особи сига-пыжьяна, что косвенно указывает на наличие в этом районе мест его нереста. Однако точное расположение нерестилищ остается неизвестным.

В связи с этим сотрудниками Госрыбцентра в 2014–2015 гг. были проведены исследования по уточнению границ нерестилищ сиговых в районе м. Каменный Обской губы. Кроме того, с 2013 г. проводилось обследование нерестилищ в бухте Новый Порт. Таким образом, был расширен не только район исследований, но и продолжительность наблюдений, поскольку находки икры в начале зимы не позволяют сделать однозначный вывод об успешном протекании всего эмбриогенеза. Несмотря на давно известные факты размножения ряпушки [7], роль Обской губы в ее воспроизводстве остается недостаточно изученной. Кроме того, особый интерес представляло выявленное несоответствие экологических условий в Обской губе сложившимся представлениям о нерестилищах сиговых рыб.

Целью исследования являлось изучение нерестилищ и возможности нормально-

го протекания эмбриогенеза сиговых рыб в Обской губе.

В ходе исследования ставились следующие задачи:

- 1) подтвердить наличие нерестилищ сига-пыжьяна в Обской губе;
- 2) изучить возможность нормального протекания эмбриогенеза сиговых в условиях губы;
- 3) изучить экологические особенности нерестилищ и развития икры сигов в Обской губе;
- 4) определить факторы, оказывающие влияние на успешность развития икры;
- 5) определить площади нерестилищ, плотность и выживаемость икры.

Поскольку доказательством успешного завершения эмбриогенеза является регистрация вылупления зародышей, то одной из задач была поимка личинок сиговых.

Материал и методика

Материал собирали в Обской губе в районе Мыса Каменного зимой 2014–2015 гг., а также в бухте Новый Порт в мае-июне 2013–2015 гг. (рис. 1).

Объем собранного и обработанного материала в районе Мыса Каменного и бухты Новый Порт представлен в табл. 1 и 2.

В декабре 2014 г. и апреле 2015 г. в районе м. Каменный обследовали три участка — напротив устья р. Нурма-Яха, напротив пос. Мыс Каменный и в бухте Каменная. В апреле схема отбора из-за промерзания мелководных станций немного поменялась, кроме того, были обследованы дополнительные акватории южнее бухты Каменная на больших глубинах.

Отбор проб воды осуществляли с помощью батометра Рутнера с трех горизонтов (поверхностный, средний и придонный), а донные отложения при помощи дночерпателя Петерсена. Обработку проб осуществляли по утвержденным методикам.

Пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата грунта 0,025 м² (по 2 дночерпателя на каждой станции). Грунт промывали через газ-сито № 23. Обработку материала проводили по общепринятой методике с использованием отечественных определителей [10–14].

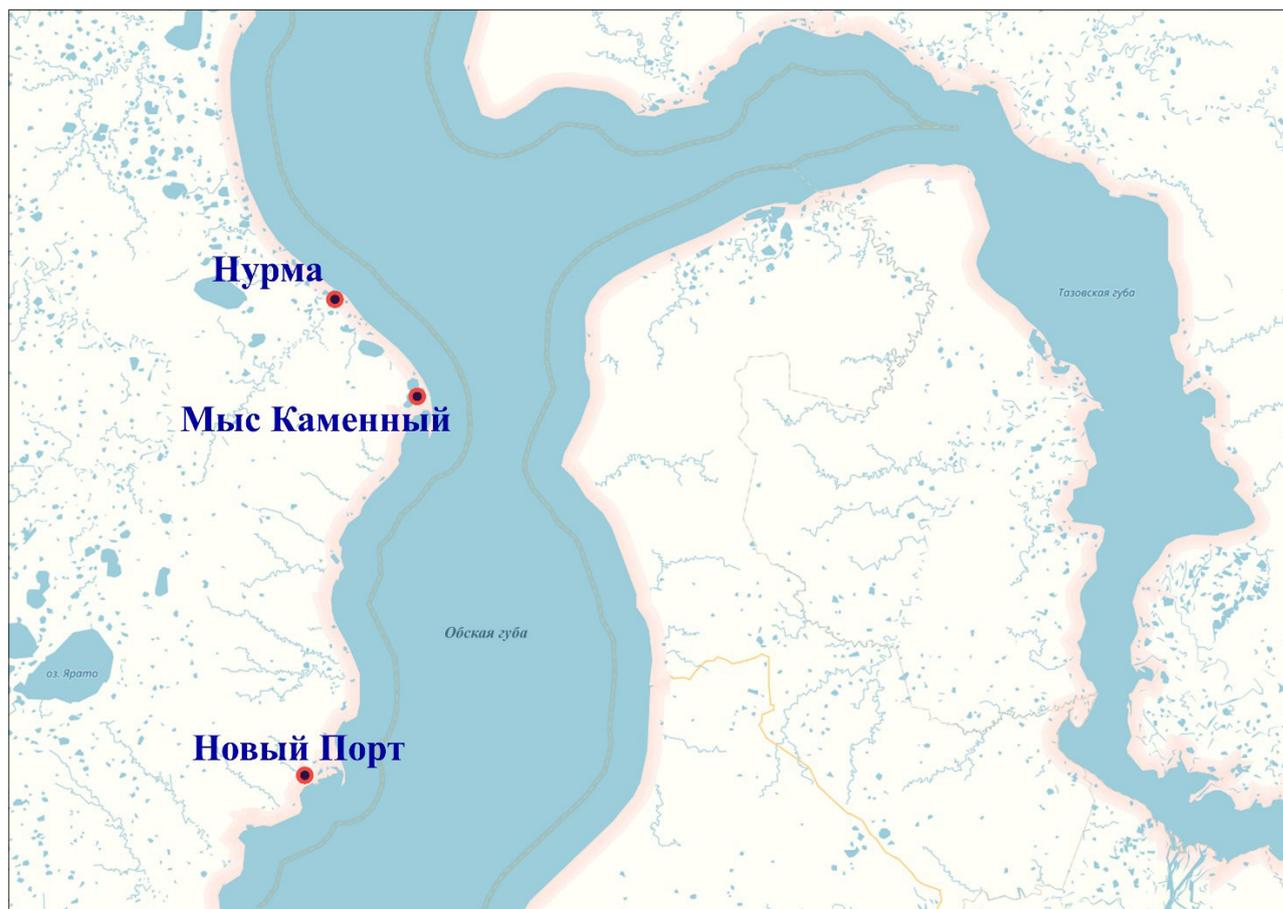


Рисунок 1 — Схема района работ в районе Нового Порта — Мыса Каменного

Таблица 1 — Объем собранного и обработанного материала в районе Мыса Каменного в 2014–2015 гг.

Предмет	Вид материала	Размерность	Месяц		Итого	
			декабрь	апрель		
Гидробиология	Зообентос	проба	19	34	53	
Химия	Вода	проба	59	57	116	
	Донные отложения	проба	30	35	65	
Ихтиология	Ихтиопланктон	проба	10	12	22	
	Рыба	Лов	сетесутки	57	60	117
		Биоанализ	экз.	711	539	1250
		Массовые промеры	экз.	3981	1448	5429
Икра	проба	26	35	61		

Таблица 2 — Количество проб грунта при изучении нерестилищ в бухте Новый Порт в 2013–2015 гг.

Место	Период отбора	Количество проб
Бухта Новый Порт	Апрель — май 2013	22
	Апрель — май 2014	52
	Май 2015	12

Для обнаружения икры пробы грунта отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м². Пробы отбирали со льда. На каждой станции проводили по две выемки грунта. Найденные икринки

фиксируют 4%-м раствором формалина. Измерения икринок и оценку состояния эмбрионов проводили при помощи микроскопа МБС-10. Количество проанализированных образцов отражено в табл. 3.

Таблица 3 — Количество проб грунта и количество обнаруженных в них икринок

Район отбора проб	Год, месяц	Количество проб грунта, шт.	Количество обнаруженных икринок, шт.
Бухта Новый Порт	2013, апрель — май	22	9
	2014, апрель	52	10
	2015, май	12	6
Мыс Каменный	2014, декабрь	14	7
	2015, апрель	9	4
Бухта Каменная	2014, декабрь	10	20
	2015, апрель	14	13
р. Нурма-Яха	2014, декабрь	6	—
	2015, апрель	12	8
<i>Итого</i>		151	77

Для сбора личинок и мальков рыб (ихтиопланктона) использовали икорную сеть ИКС-80 с фильтрующим конусом из капронового газ-ситы № 8 (длина 3,5 м). Траление сетью проводили подо льдом на глубине 1,5–2 м. Скорость траления — 3 км/ч. Протяженность траления — 50 м. Протяжку осуществляли вручную, в месте постановки комбинированных сетей. Кроме того, в июне 2015 г. в районе пос. Мыс Каменный проводили лов личинок сиговых с помощью сачка из мельничного газа. Были отловлены 3 личинки сиговых рыб, определены степень их развития, длина и масса, а также проведен анализ содержимого пищеварительной трубки по стандартной методике [15].

Для изучения состава ихтиофауны использовали разноячейные жаберные сети (16, 22, 30, 36, 40, 45, 50 и 60 мм) общей длиной 175 м. Лов производили на двух участках: в районе пос. Мыс Каменный и в устье р. Нурма-Яха. В районе пос. Мыс Каменный было выставлено 4 порядка сетей на станциях 012, 013, 014 и 015. Время экспозиции варьировало от 24 до 72 ч. Пойманную рыбу подвергали полному биологическому анализу [16].

Для расчета численности рыб и ихтиомассы результаты контрольного лова переводили на единицу промыслового усилия (вылов за 12 ч комбинированной разноячейной сетью длиной 75 м). Площадь облавливаемого пространства находили по формуле:

$$S = \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \cdot k,$$

где l — длина сети, м;

k — коэффициент, отражающий возможность достижения рыбой орудия лова:

$$k = v \cdot \frac{t}{l},$$

где v — средняя скорость движения рыбы, м/с;

t — время, с.

Показатель t считали равным 12 ч — стандартизированному усилию. Среднюю скорость движения рыбы рассчитывали как 10 % от средней длины рыбы в секунду. Коэффициент уловистости ставных сетей принимали равным 0,05.

Результаты исследований

Распределение икры на нерестилищах

В апреле — мае 2013 г. для определения эффективности воспроизводства сиговых рыб обследован участок бухты Новый Порт. Сетка станций располагалась на участке с глубинами от 2,0 до 3,5 м (рис. 2), где веро-

ятность обнаружения икры представлялась максимальной.

Из 22 отобранных проб лишь в 4 были обнаружены живые икринки ряпушки. Таким образом, плотность отложенной икры перед вылуплением составляла около 4 шт./м². Эта цифра выше данных И. Г. Юданова [2] — 1–2 икринки/м².



Рисунок 2 — Карта-схема отбора проб в бухте Новый Порт:
 X — точки отбора проб; • — точки, где обнаружена икра

В 2014 г. были взяты пробы на 52 станциях, однако были обнаружены лишь две живые икринки. Плотность живых икринок в бухте составила менее 1 шт./м² (рис. 3–6).

В 2015 г. в бухте Новый Порт было отобрано 12 проб (см. рис. 2). В двух из них были обнаружены живые икринки. Плотность живых икринок составила 3–4 шт./м², т. е. аналогична таковой в 2013 г.

Диапазон глубин в зонах обнаружения икры от 2,0 до 8,5 м. Распределение обнаруженных икринок по глубине в районе бухты Новый Порт и у Мыса Каменного имеет

сходный характер (рис. 7). Основная часть икринок (85 %) найдена на глубинах от 2,5 до 5,0 м. Несмотря на то, что обследование потенциальных нерестилищ осуществлялось до изобаты 11,0 м, максимальная глубина, на которой обнаружены икринки, у Нового Порта равна 7,0 м и у Мыса Каменного — 5,5 м. В районе устья р. Нурма-Яха в пробах с глубин 2–5 м в декабре 2014 г. икра не отмечена. Икринки в этом районе были найдены в апреле 2015 г. на глубинах 5,0; 8,0 и 8,5 м. Таким образом, нерест ряпушки возможен на значительных глубинах.

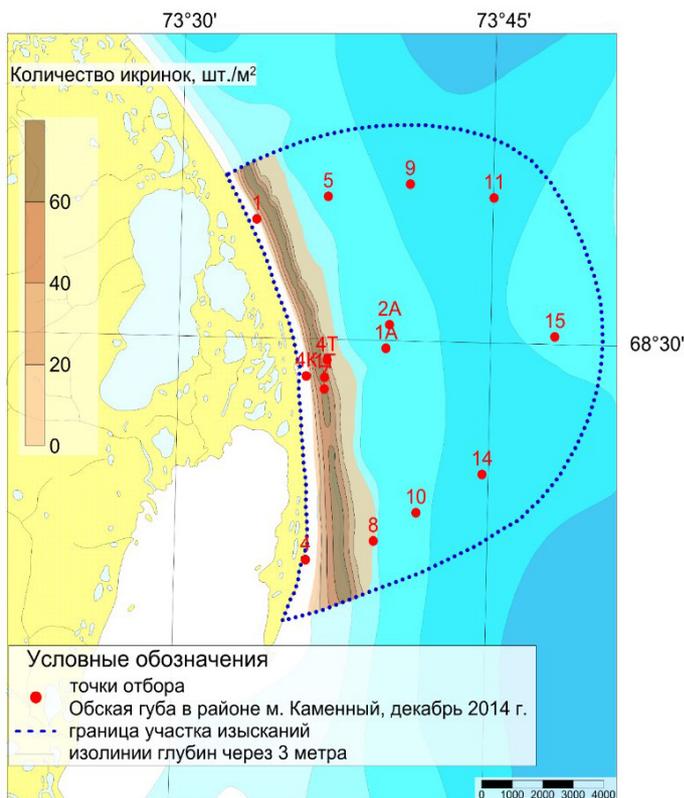


Рисунок 3 — Плотность отложенной икры в Обской губе в районе пос. Мыс Каменный, декабрь 2014 г.

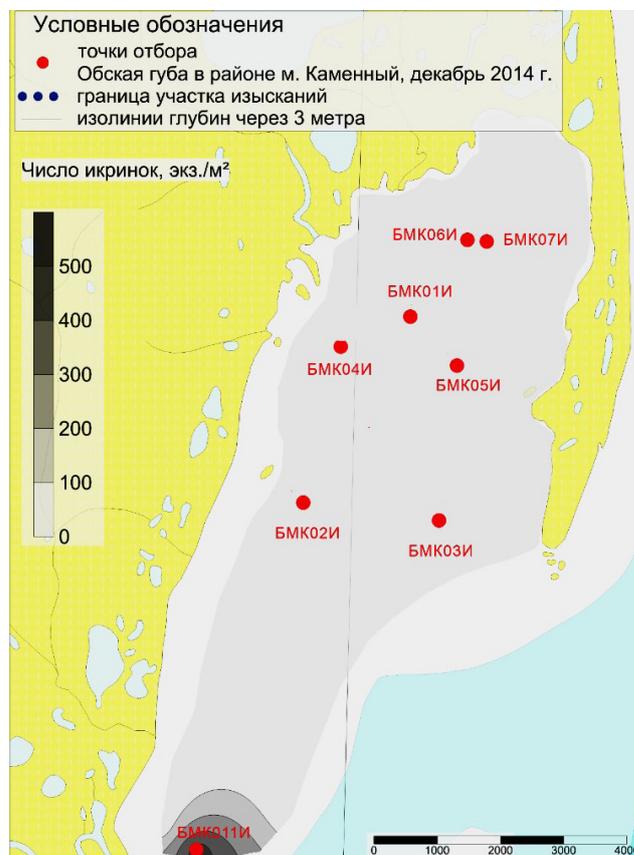


Рисунок 4 — Плотность отложенной икры в Обской губе в районе бухты Каменная, декабрь 2014 г.

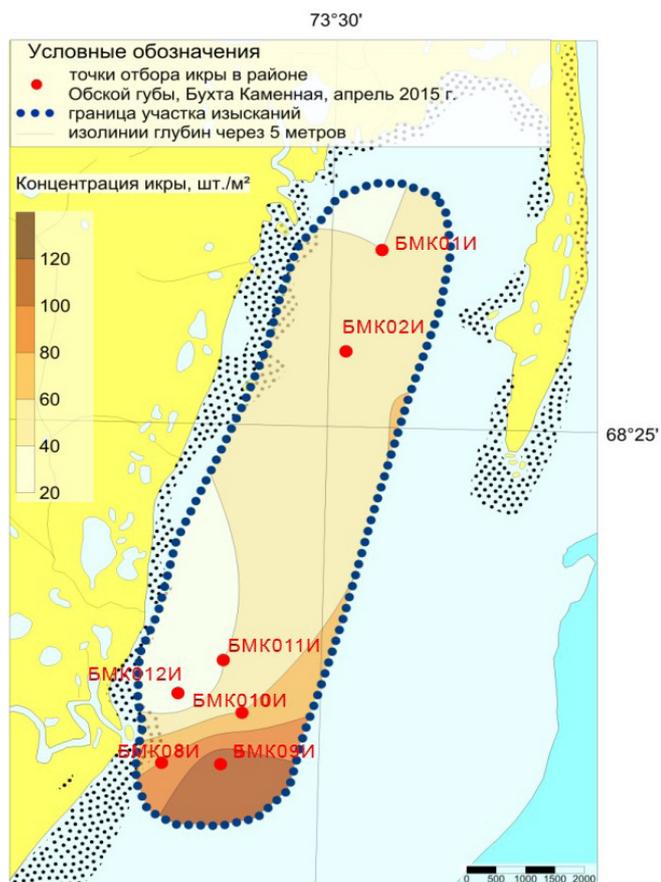


Рисунок 5 — Плотность отложенной икры, Обская губа, район бухты Каменная, апрель 2015 г.

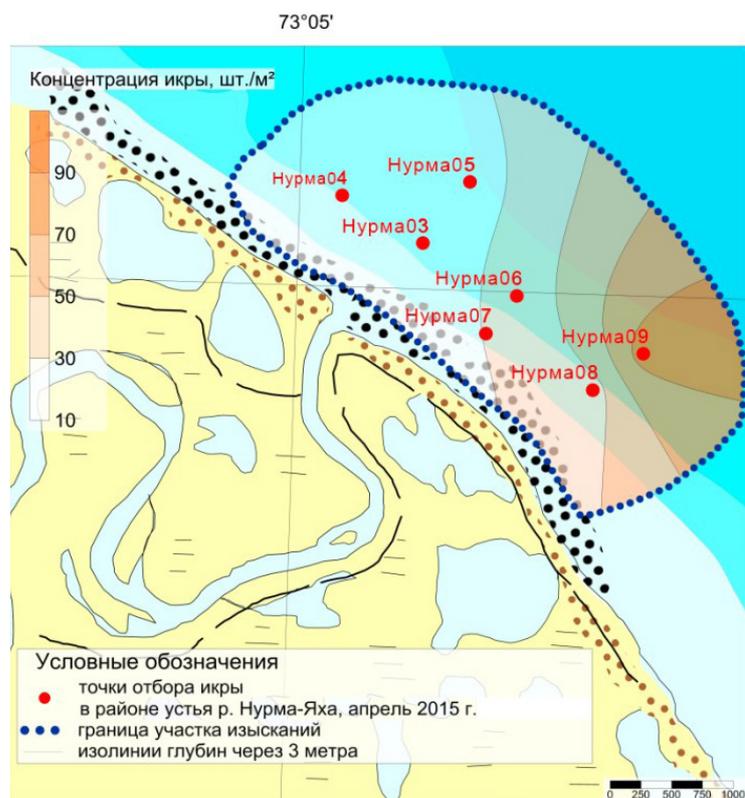


Рисунок 6 — Плотность отложенной икры, Обская губа, район устья р. Нурма-Яха, апрель 2015 г.

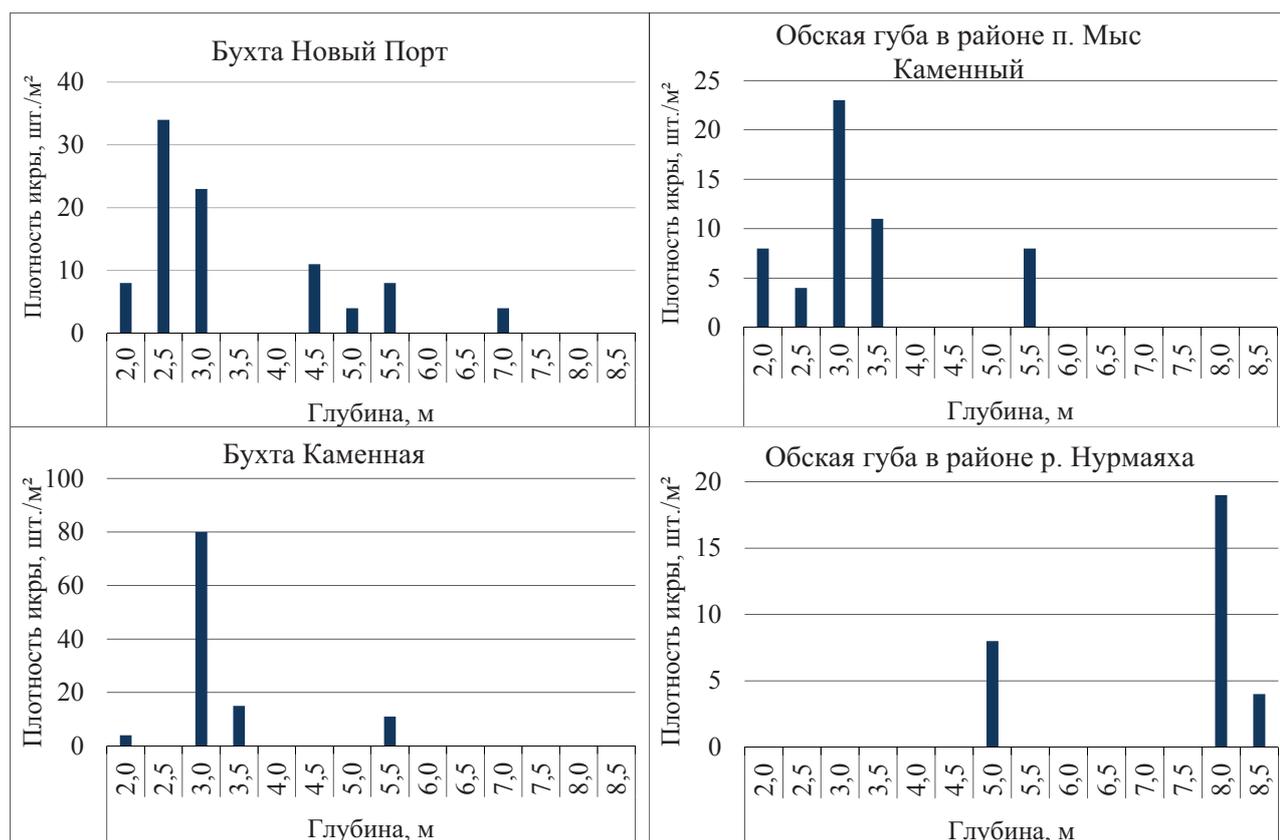


Рисунок 7 — Распределение икры сиговых по глубине на нерестилищах в Обской губе

Абиотические условия развития икры на нерестилищах

Спецификой Обской губы как эстуарного водоема является сложность гидрологического режима, который на каждом конкретном участке определяется комплексным взаимодействием речного стока и приливо-отливных явлений. Это взаимодействие определяет степень перемешивания водных масс, что прямо отражается на температурном режиме. Обратный тип температурной стратификации, характерный для озер в пе-

риод ледостава, в зоне исследований четко не выражен. Так, положительная связь температуры воды у дна с глубиной прослеживалась у Мыса Каменного в апреле 2015 г. (коэффициент корреляции $r = 0,61$). При этом в бухте Новый Порт в апреле — мае 2013 г. эта связь была противоположной — отрицательной ($r = -0,67$). Температура воды у дна на станциях, на которых была обнаружена икра, колебалась от 0,2 до 1,5 °С. Средние значения зарегистрированной температуры — 0,7–1,5 °С (табл. 4).

Таблица 4 — Основные абиотические условия развития икры ряпушки на нерестилищах в Обской губе

Год	Место сбора	Период сбора	Глубина, м			Температура, °С			Кислород, мг/л		
			min	max	сред.	min	max	сред.	min	max	сред.
2013	Новый Порт	9.04–15.05	2,0	7,0	4,0	0,2	1,0	0,7	4,7	6,4	5,7
2014	Новый Порт	24.04–25.04	2,0	3,0	2,6	1,5	1,5	1,5	1,3	3,9	3,1
2015	Новый Порт	05.05	2,5	4,5	3,6	1,5	1,5	1,5	1,9	3,8	2,9
2014	Мыс Каменный	18.12–23.12	2,5	5,5	3,3	—	—	—	—	—	—
2015	Бухта Каменная	20.12	2,0	5,0	3,5	—	—	—	—	—	—
2015	Мыс Каменный	18.04–21.04	2,0	5,5	3,3	0,6	1,5	1,1	9,3	11,0	10,1
2015	Бухта Каменная	19.04	2,0	5,0	3,5	0,7	1,2	0,9	8,5	10,7	9,6
2015	Устье р. Нурма-Яха	21.04	5,0	8,5	7,3	1,0	1,5	1,3	10,9	11,2	11,0

Гидрохимия. Кислородный режим в Обской губе в районе нерестилищ существенно зависит от продолжительности подледного периода, удаленности от устья р. Оби и от водности года. На основании измерений, проведенных в конце периода ледостава, можно полагать, что кислородные условия в районе Мыса Каменного и устья р. Нурма-Яха благоприятные для развития икры сиговых. Минимальная зарегистрированная концентрация растворенного кислорода в придонном слое равнялась 9,3 мг/дм³, или 65 % насыщения (см. табл. 4). Среднее значение этого показателя для станций с обнаруженной икрой в районе Мыса Каменного в апреле 2015 г. составило 10,1 мг/дм³, а у устья р. Нурма-Яха — 11,0 мг/дм³ (72–78 % насыщения). Эти значения находятся на уровне технологической нормы при инкубации икры сиговых рыб.

В районе бухты Каменная в апреле 2015 г. содержание растворенного кислорода в поверхностном слое воды изменялось в пределах 8,5–10,7 мг/дм³, в среднем — 9,6 мг/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — 10,1 мг/дм³, в районе впадения р. Нурма-Яха — 11,0 мг/дм³. Насыщение кислородом воды в районе бухты изменялось от 66 до 78 %, в районе впадения р. Нурма-Яха — от 78 до 81 %, в районе пос. Мыс Каменный — от 67 до 82 %, т. е. содержание растворенного в воде кислорода в районе предполагаемых нерестилищ сига-пыжьяна в бухте Каменная принципиально не отличалось от других участков обследования.

Ситуация с обеспеченностью развивающейся икры ряпушки кислородом в бухте Новый Порт более напряженная, чем на нерестилищах, расположенных севернее. В апреле — мае 2013 г. здесь концентрация кислорода в придонном слое находилась на уровне 4,7–6,4 мг/дм³, что условно можно считать удовлетворительным для эмбриогенеза сиговых. В этот же период в 2014 и 2015 гг. в придонных горизонтах отмечались предзаморные или заморные концентрации кислорода — от 1,3 до 3,9 мг/дм³, при среднем значении около 3 мг/дм³ (см. табл. 4). Известно, что обские заморные воды, в зависимости от объема стока, в разной степени продвигаются вдоль западного берега Обской губы к северу [17]. Этот эффект определяет нестабильность кислородного режима в бухте Новый Порт. Наиболее напряженная обстановка по кислороду складывается в конце подледного периода в многоводные годы с поздней весной в результате более быстрого продвижения заморных обских вод и отсутствия освежения со стороны тундровых рек [18].

Вода Обской губы в районе нерестилищ на различных станциях характеризовалась сходством солевого состава. Вода пресная, маломинерализованная, гидрокарбонатного класса, кальциевой группы (табл. 5). Содержание общей суммы ионов в районе р. Нурма-Яха изменялось в пределах 118,77–144,96 мг/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — 120,92–136,88 мг/дм³, в районе бухты

Таблица 5 — Средние значения солевого состава воды различных нерестовых водных объектов, мг/дм³

Водный объект	Год	pH	HCO ₃ ⁻	Жесткость, ммоль/дм ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺ +K ⁺	Сумма ионов
Обская губа, район р. Нурма-Яха	2014	7,46	81,33	1,41	20,04	5,02	5,4	3,36	3,5	118,77
	2015	7,14	96,83	1,64	24,04	5,55	5,8	6,73	6,0	144,96
Обская губа, м. Каменный	2014	7,58	82,18	1,42	21,30	4,36	5,3	3,84	3,9	120,92
	2015	7,17	92,41	1,65	21,84	6,92	5,1	6,65	3,9	136,88
Обская губа, бухта Каменная	2014	7,69	75,66	1,34	19,84	4,31	5,5	2,64	2,6	110,58
	2015	7,21	105,47	1,91	25,76	7,54	5,2	11,24	6,2	161,44
р. Северная Сосьва	1970–1975	—	23,20	0,48	5,80	2,70	5,4	9,50	5,4	52,00
р. Ляпин	1970–1975	—	21,40	0,60	5,90	2,40	3,3	8,40	3,5	45,90
р. Манья	1978–1984	6,68	22,99	0,39	5,99	1,23	6,5	4,71	6,0	47,41
р. Народа	1978–1984	6,78	16,96	0,44	6,49	1,35	6,7	4,78	5,6	41,90
р. Хулга	1979–1984	6,78	23,23	0,42	5,32	2,09	5,0	4,00	4,3	43,92
р. Щекурья	1978–1984	6,82	28,95	0,53	8,09	1,44	6,7	4,74	6,2	56,60

Каменная — 110,58–161,44 мг/дм³. Ведущими анионами являются гидрокарбонат-ионы, они формируют класс воды. Содержание гидрокарбонат-ионов в воде Обской губы на всех станциях и по горизонтам отличалось незначительно и составляло в среднем в 2014 г. 75,66–82,18 мг/дм³, в 2015 г. — 92,41–105,47 мг/дм³. По величине общей жесткости вода Обской губы относится к мягким водам. Общая жесткость в 2014 г. варьировала в диапазоне 1,34–1,41 ммоль/дм³, в 2015 г. — 1,64–1,91 ммоль/дм³. Общая жесткость обусловлена присутствием солей кальция и магния. В воде Обской губы преобладают ионы кальция. Содержание кальция в районе исследований находилось в пределах 19,84–25,76 мг/дм³, магния — 4,31–7,54 мг/дм³. Концентрации хлорид-ионов и сульфат-ионов были невысокими — 5,21–5,78 мг/дм³ и 3,36–11,24 мг/дм³ соответственно.

Величина водородного показателя, характеризующая кислотно-основные свойства воды, в период исследований находилась в пределах 7,46–7,69 единиц в 2014 г. и 7,14–7,21 единиц (нейтральная среда) в 2015 г.

В исследуемый период содержание азота аммонийного в среднем составляло в 2014 г. 0,32–0,37 мг/дм³, в 2015 г. — 0,38–0,42 мг/дм³ (табл. 6). В 2015 г. количество азота аммонийного было несколько выше. В районе р. Нурма-Яха и на некоторых станциях в районе пос. Мыс Каменный не наблюдалось превышение ПДК азота аммонийного для водотоков рыбохозяйственного значения. Нитриты, как промежуточный продукт нитрификации, содержались в концентрациях ниже ПДК. В среднем содержание азота нитритов находилось в пределах 0,003–0,013 мг/дм³. Количество азота нитратов также не превышало ПДК и изменялось в пределах 0,12–0,36 мг/дм³.

Таблица 6 — Средние значения биогенных и органических веществ в воде в Обской губе и сиговых нерестовых реках Обского бассейна, мг/дм³

Водный объект	Дата отбора проб, год	N/NH ₄ ⁺	N/NO ₂ ⁻	N/NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	Fe _{общ.}	Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³
Обская губа, район р. Нурма-Яха	2014	0,32	0,013	0,32	0,04	0,19	10,4	1,06
	2015	0,42	<0,006	0,34	0,18	0,56	14,0	0,70
Обская губа, м. Каменный	2014	0,34	0,0061	0,12	0,13	0,52	10,7	0,46
	2015	0,39	0,003	0,34	0,17	0,58	16,5	1,11
Обская губа, бухта Каменная	2014	0,37	0,006	0,18	0,07	0,52	13,8	0,65
	2015	0,38	0,006	0,36	0,14	0,36	17,2	1,14
р. Северная Сосьва	1970–1975	—	—	—	—	0,86	11,4	—
р. Ляпин	1970–1975	—	—	—	—	0,23	11,1	—
р. Народа	1978–1984	0,12	—	—	0,05	0,27	6,3	—
р. Хулга	1979–1984	0,19	—	—	0,08	0,25	7,8	—
р. Щекурья	1978–1984	0,11	—	—	0,05	-	9,8	—
р. Манья	1978–1984	0,12	—	—	0,05	0,12	—	—

Содержание фосфатов в период исследований в районе р. Нурма-Яха изменялось от 0,04 до 0,18 мг/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — от 0,13 до 0,17 мг/дм³, в районе бухты — от 0,07 до 0,14 мг/дм³. Обширный болотистый водосбор большинства рек, впадающих в Обскую губу, обогащает их гуминовыми и железоорганическими соединениями. Для воды Обской губы характерно повышенное количество железа общего. Диапазон

концентраций общего железа в период исследований составлял в 2014 г. 0,14–1,07 мг/дм³, в 2015 г. — 0,26–1,15 мг/дм³. В среднем в 2014–2015 гг. количество железа общего в воде Обской губы в районе р. Нурма-Яха составляло 0,19–0,56 мг/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — 0,52–0,58 мг/дм³, в районе бухты Каменная — 0,36–0,52 мг/дм³. Содержание железа общего в 1,9–5,8 раза выше ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

В период исследований (2014–2015 гг.) величина перманганатной окисляемости в среднем составляла в районе р. Нурма-Яха 10,4–14,0 мгО₂/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — 10,7–16,5 мг/дм³, в районе бухты Каменная — 13,8–17,2 мгО₂/дм³. По классификации О. А. Алекина, она соответствовала повышенным значениям. Цветность воды в период исследований изменялась в пределах 36–45°.

Величина БПК₅ в районе р. Нурма-Яха в среднем в 2014–2015 гг. изменялась в пределах 0,7–1,06 мгО₂/дм³, в районе пос. Мыс Каменный — 0,46–1,11 мгО₂/дм³, в районе бухты Каменная — 0,65–1,14 мг/дм³. При значениях БПК₅ до 1,6 мгО₂/дм³ качество воды соответствовало классу достаточно чистых вод.

В целом вода бухты Каменная в апреле отличалась от других обследованных участков более высокой минерализацией за счет гидрокарбонатов и сульфатов.

Количество нефтепродуктов в воде в основном было ниже ПДК — 0,05 мг/дм³ (район р. Нурма-Яха и бухта Каменная). В районе пос. Мыс Каменный в 2014 и 2015 гг. на некоторых станциях количество нефтепродуктов превышало ПДК в 1,4–1,6 раза (0,07–0,08 мг/дм³).

В воде Обской губы меньше предела обнаружения присутствовали цинк, кадмий, свинец, никель, хром, мышьяк. Отличий в концентрации тяжелых металлов по горизонтам отбора проб, а также в береговой и центральной части не наблюдалось. Отмечено превышение ПДК по меди в районе пос. Мыс Каменный в 2015 г. в 1,4–6,6 раза, в 2014 г. в районе р. Нурма-Яха — в 1,4–5,7 раза.

Результаты гидрохимических исследований Обской губы были сравнены с качеством вод в местах нереста сигов в уральских притоках р. Оби. В качестве источника информации послужили многолетние исследования Института экологии растений и животных УО АН СССР [19].

Наиболее контрастные различия прослеживаются по величине общей минерализации. В уральских притоках минерализация в три раза ниже (41,9–56,1 мг/дм³), чем в воде Обской губы (118,77–161,44 мг/дм³).

Низкая минерализация воды уральских притоков связана с малым содержанием гидрокарбонат-ионов — 16,96–28,95 мг/дм³ против 75,66–105,47 мг/дм³ в воде Обской губы. По величине общей жесткости вода уральских притоков относится к очень мягким водам (0,39–0,73 ммоль/дм³ против 1,41–1,91 ммоль/дм³ в воде Обской губы). В воде уральских притоков отмечено небольшое количество ионов кальция (5,32–8,09 мг/дм³), магния (1,23–2,70 мг/дм³). Содержание хлоридов и сульфатов в воде уральских притоков и в воде Обской губы приблизительно одинаковое (3,3–6,69 мг/дм³ против 5,14–5,78 мг/дм³ хлорид-ионов и 4,0–9,5 мг/дм³ против 2,64–11,24 мг/дм³ сульфат-ионов).

Вода уральских притоков без цвета и запаха, вода Обской губы имеет цветность 36–45°. Значительно меньше в воде уральских притоков содержание фосфатов: 0,04–0,08 мг/дм³ против 0,05–0,17 мг/дм³, железа общего 0,12–0,27 мг/дм³ против 0,19–0,58 мг/дм³ (см. табл. 6).

Величина перманганатной окисляемости, характеризующая содержание органических веществ, также меньше в воде уральских притоков — 6,33–8,14 мгО₂/дм³ против 10,4–17,2 мгО₂/дм³.

Таким образом, вода уральских притоков в районе нереста сигов имеет значительно меньшую минерализацию и более чистая, чем вода Обской губы. По содержанию биогенных веществ она содержит в 2–3 раза меньше азота аммонийного, железа общего и органических веществ.

Согласно общим нормам и требованиям к качеству воды для инкубации икры сиговых вода Обской губы в районе нерестилищ имеет превышение по цветности, содержанию органических веществ, концентрации железа общего, количеству взвешенных веществ. По этим критериям она относится к загрязненным водам.

На трех исследованных участках в районе пос. Мыс Каменный, в бухте Каменная, у побережья р. Нурма-Яха грунты в основном песчаные, имеют органоминеральную структуру с различной степенью заиленности и

наличия детрита. Треть донных отложений представлена заиленной глиной.

Грунт в пробах с икрой наиболее часто представлен мелкими фракциями заиленного песка с размерами частиц до 0,4 мм с агрегациями детрита на поверхности донных отложений. Средние размеры частиц детрита — 2–5 мм. В отдельных пробах среди компонентов грунта отмечена глина. Грунт уплотнен в зоне влияния волновых процессов до глубины 3–5 м. С нарастанием глубины доля ила и детрита возрастает.

Величина водородного показателя в донных грунтах изменялась в пределах 5,56–7,14. Содержание азота аммонийного в песчаных отложениях было небольшое — 6,42–18,45 мг/кг, а в заиленных песках и глинах воз-

растало до 37,78–39,33 мг/кг. Количество хлорид-ионов во всех пробах было невысокое, изменялось в пределах 7,97–13,47 мг/кг (табл. 7).

Загрязняющие вещества в донных грунтах. Количество нефтепродуктов в районе р. Нурма-Яха было минимальным — 1,6–5,8 мг/кг. Максимальные их концентрации отмечены в районе пос. Мыс Каменный — 14,0–80,0 мг/кг, грунты здесь представляли собой песок, заиленную глину. В бухте Каменная количество нефтепродуктов изменялось от 16,00 до 36,57 мг/кг (см. табл. 7).

В наибольшей степени нефтепродуктами загрязнены илы, заиленная глина, заиленные пески. Минимальную загрязненность имел крупнозернистый песок.

Таблица 7 — Химический состав донных отложений Обской губы (усредненные данные), мг/кг

Водный объект	Год	Нефтепродукты	pH, ед.	N/NH ₄ ⁺	N/NO ₃ ⁻	Cl ⁻
Обская губа, район р. Нурма-Яха	2014	1,60	5,56	6,42	0,30	8,75
	2015	5,80	7,14	14,23	1,38	12,10
Обская губа, Мыс Каменный	2014	14,00	6,83	39,33	1,34	8,44
	2015	80,00	6,98	18,45	2,74	13,47
Обская губа, бухта Каменная	2014	16,00	7,04	37,78	7,20	7,97
	2015	36,57	6,68	16,25	3,22	8,41

Содержание тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец, медь, никель, хром, ртуть и мышьяк) в донных отложениях характеризовалось значениями значительно ниже допустимых концентраций по голландским листам.

Зообентос. Макрозообентос в районе исследований был представлен малощетинковыми червями, брюхоногими и двустворчатыми моллюсками, амфиподами и личинками хирономид. Олигохеты семейств Tubificidae и Lumbriculidae относятся к группе типичных пело- и детритофагов, мелкие двустворки — к фильтраторам [20]. Среди амфипод доминировали реликтовые бокоплавы *Monoporeia affinis* (300–7740 экз./м²) — типичные детритофаги, которые в некоторых водоемах потребляют и животную пищу (олигохет, личинок хирономид). В зимний период при низкой температуре интенсивность питания рачков снижается [20]. Среди хирономид преобладали представители подсемейства Diamesinae (собиратели-эврифаги) и Tanypodinae (хвататели-зоофаги), плотность которых составляла 20–160 экз./м².

Преобладающая пища у собирателей-эврифагов — водоросли, детрит, грунт, у хищников — водные беспозвоночные, в том числе личинки хирономид, олигохеты, низшие ракообразные [20]. Беспозвоночные, потребляющие икру рыб, такие как личинки веснянок, поденок, ручейников, личинки и имаго жуков [21], в пробах зообентоса не обнаружены. Тем не менее наличие в пробах пустых оболочек икры свидетельствовало о присутствии организмов, питающихся икрой. Из обнаруженных в пробах организмов к наиболее вероятным хищникам по отношению к икре сиговых рыб можно отнести бокоплава *M. affinis*.

Ихтиофауна. В декабре в контрольных уловах присутствовали 6 видов рыб (обыкновенный ерш, сибирская ряпушка, сиг-пыжьян, муксун, чир, налим). Из них доминировали ряпушка (56 %) и ерш (27 %). Доля сига-пыжьяна и чира была сравнительно невысокой (5,8 % и 1,5 % соответственно). Наиболее высокое присутствие сига (20 %) зарегистрировано в районе р. Нурма-Яха (табл. 8).

Таблица 8 — Численность и биомасса рыб при 12-часовой экспозиции сетей, Обская губа в районе пос. Мыс Каменный и р. Нурма-Яха, 11.12–24.12.2014 г.

Станция	Вид	Стандартизированный средневзвешенный вылов, экз.	Скорость движения рыбы, м/с	Численность		Биомасса	
				экз./га	%	кг/га	%
р. Нурма-Яха	Ерш	167	0,01	1309	73,2	21,9	18,1
	Муксун	17	0,035	35	2,0	31,6	26,1
	Сиг-пыжьян	92	0,02	360	20,1	45,0	37,2
	Чир	29	0,038	84	4,7	22,6	18,7
	<i>Всего</i>	305	—	1789	100,0	121,0	100,0
012	Ерш	78	0,011	554	35,2	13,3	10,7
	Муксун	36	0,034	82	5,2	44,3	35,7
	Пыжьян	9	0,025	27	1,7	5,3	4,3
	Ряпушка	221	0,019	913	58,0	61,1	49,3
	<i>Всего</i>	344	—	1575	100,0	124,0	100,0
013	Ерш	186	0,01	1463	55,9	24,9	14,7
	Муксун	40	0,035	89	3,4	49,7	29,3
	Налим	4	0,042	7	0,3	5,2	3,1
	Пыжьян	20	0,032	48	1,8	22,3	13,1
	Ряпушка	244	0,019	1010	38,6	67,7	39,9
	<i>Всего</i>	494	—	2617	100,0	169,7	100,0
014	Ерш	39	0,011	279	14,9	6,7	2,8
	Муксун	48	0,044	85	4,5	103,8	44,1
	Пыжьян	37	0,028	104	5,6	31,1	13,2
	Ряпушка	339	0,019	1403	75,0	94,0	39,9
	<i>Всего</i>	463	—	1871	100,0	235,6	100,0
015	Ерш	63	0,009	546	26,6	7,1	3,1
	Муксун	50	0,043	91	4,4	110,3	47,6
	Налим	4	0,02	16	0,8	2,8	1,2
	Пыжьян	50	0,023	171	8,3	29,1	12,6
	Ряпушка	297	0,019	1229	59,9	82,4	35,6
	<i>Всего</i>	464	—	2052	100,0	231,6	100,0

Следует заметить, что низкая численность сига характерна для данного района. Летом этот вид главным образом встречался на глубинах до 3 м, и его доля в общей численности составляла всего 4,3 %. Ранее отмечалось, что в открытой части губы численность сига в уловах в среднем не превышала 5 % [22]. Более высокая его концентрация в июле-августе отмечалась И. Г. Юдановым [2] непосредственно в бухте Каменная (до 20 %), где он активно нагуливался и, как считал автор, спасался на мелководьях от белухи. То есть место нагула в последующем являлось и местом нереста сига.

Распределение ихтиофауны в районе пос. Мыс Каменный в декабре было неод-

нородным. Более высокая численность ерша наблюдалась в прибрежной акватории, а сига-пыжьяна и ряпушки, наоборот, на больших глубинах. В распределении муксуна и налима не прослеживалось каких-либо закономерностей. Таким образом, в целом в районе нерестилищ было сравнительно много потребителей икры сигов, преимущественно ерша.

В апреле видовой состав уловов расширился за счет азиатской зубатой корюшки. Основу численности составляли ряпушка, ерш и корюшка — 33,5, 30,4 и 19,2 % соответственно (рис. 8). Доля сига-пыжьяна достигала 10 %, т. е. приблизительно увеличилась в два раза по сравнению с декабрем (табл. 9).

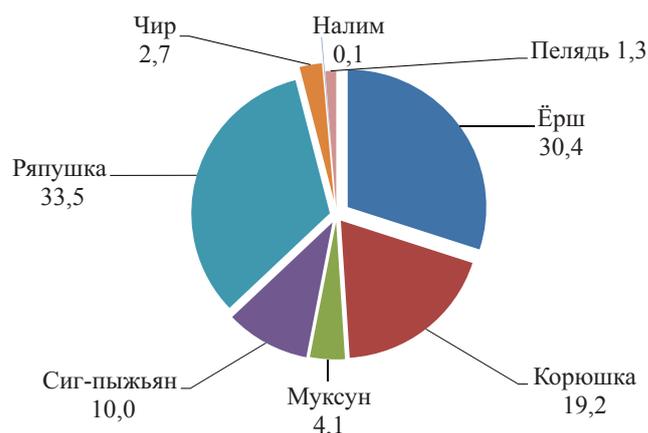


Рисунок 8 — Видовой состав ихтиофауны (%) в контрольных уловах ставных комбинированных сетей (на единицу стандартизированного усилия), Обская губа, Мыс Каменный, 07.04–16.04.2015

Таблица 9 — Численность и биомасса рыб при 12-часовой экспозиции сетей, Обская губа в районе пос. Мыс Каменный, 07.04–16.04.2015

Станция	Вид рыбы	Стандартизированный средневзвешенный вылов, экз.	Скорость движения рыбы, м/с	Численность		Биомасса	
				экз./га	%	кг/га	%
ТЗ	Ерш	99	0,011	708	54,6	16,99	15,5
	Корюшка	47	0,019	192	14,8	10,01	9,1
	Муксун	13	0,037	27	2,1	23,91	21,8
	Сиг-пыжьян	70	0,024	228	17,6	42,58	38,7
	Ряпушка	32	0,02	126	9,7	10,19	9,3
	Чир	7	0,03	17	1,3	6,24	5,7
	<i>Всего</i>	268	—	1297	100,0	109,91	100,0
Сети 24	Ерш	62	0,013	372	29,3	14,88	15,1
	Корюшка	84	0,019	346	27,3	17,97	18,2
	Муксун	9	0,037	18	1,4	16,26	16,5
	Сиг-пыжьян	23	0,017	106	8,4	14,89	15,1
	Ряпушка	109	0,02	427	33,6	34,55	35,1
	<i>Всего</i>	287	—	1269	100,0	98,56	100,0
Сети 23	Ерш	48	0,013	290	32,0	11,61	6,9
	Корюшка	26	0,019	108	11,9	5,60	3,3
	Муксун	43	0,036	94	10,4	82,65	48,8
	Налим	4	0,05	6	0,7	8,18	4,8
	Пелядь	17	0,017	76	8,4	4,43	2,6
	Сиг-пыжьян	26	0,026	79	8,7	18,87	11,1
	Ряпушка	56	0,02	220	24,3	17,83	10,5
	Чир	15	0,035	33	3,6	20,17	11,9
	<i>Всего</i>	235	—	906	100,0	169,34	100,0
13	Ерш	55	0,014	306	17,4	15,92	5,9
	Корюшка	91	0,017	421	23,9	18,52	6,8
	Муксун	23	0,033	54	3,1	42,89	15,8
	Пелядь	9	0,022	30	1,7	4,25	1,6
	Сиг-пыжьян	60	0,03	157	8,9	102,54	37,7
	Ряпушка	189	0,02	741	42,2	60,03	22,1
	Чир	21	0,034	49	2,8	27,68	10,2
	<i>Всего</i>	448	—	1758	100,0	271,84	100,0

Окончание табл. 9

Станция	Вид рыбы	Стандартизированный средневзвешенный вылов, экз.	Скорость движения рыбы, м/с	Численность		Биомасса	
				экз./га	%	кг/га	%
Сети 25	Ерш	25	0,012	364	28,2	12,00	6,8
	Корюшка	62	0,018	271	21,0	13,00	7,4
	Муксун	44	0,032	108	8,4	83,47	47,6
	Пелядь	4	0,026	12	0,9	2,83	1,6
	Сиг-пыжьян	34	0,028	94	7,3	28,13	16,0
	Ряпушка	113	0,02	444	34,3	35,99	20,5
	<i>Всего</i>		282	—	1293	100,0	175,42
Сети 26	Ерш	107	0,012	701	26,8	23,14	6,5
	Корюшка	101	0,02	397	15,2	25,81	7,2
	Муксун	32	0,035	72	2,8	61,11	17,1
	Сиг-пыжьян	82	0,027	237	9,1	65,99	18,5
	Ряпушка	271	0,02	1066	40,8	86,31	24,2
	Чир	65	0,036	142	5,4	94,27	26,4
	<i>Всего</i>		658	—	2615	100,0	356,63

Анализ декабрьских и апрельских уловов подтверждает, что численность сига и чира к апрелю заметно возросла. Возникает вопрос: с чем это связано? С одной стороны, концентрация рыбы должна увеличиваться с продвижением заморного фронта, с другой — непонятно, почему это более выражено для сига и чира. Причины может быть две. Первая, за счет ската производителей с мест нереста и, вторая, в результате присутствия полупроходных форм этих видов.

Г. П. Кожевников [4] отмечал более высокий темп роста у эстуарного сига по сравнению с полупроходной формой. Выполненный сравнительный анализ свидетельствует, что в декабре в губе присутствовали более крупные особи сига, чем в апреле. Декабрьский сиг был заметно крупнее полупроходной формы, которая весной заходит в дельту Оби (табл. 10). Таким образом, в апреле в районе пос. Мыс Каменный наряду с эстуарной формой, по-видимому, присутствовали и полупроходные особи сига.

Таблица 10 — Средняя масса сига-пыжьяна по возрастным группам в Обской губе и дельте Оби в разные периоды лет

Возраст	Декабрь 2014 г. (n = 81)	Апрель 2015 г. (n = 117)	Июнь 2015 г., дельта Оби (n = 125)	Данные Г. П. Кожевникова [4]	
				эстуарная форма (n = 84)	дельтовая форма (n = 451)
1+ (2)	24	30	—	—	—
2+ (3)	40	64	93	35	—
3+ (4)	109	161	156	153	80
4+ (5)	243	185	198	259	180
5+ (6)	296	253	204	338	253
6+ (7)	467	292	236	482	309
7+ (8)	853	368	390	595	380
8+ (9)	593	—	—	765	453
9+ (10)	—	—	—	—	480

Необходимо отметить, что в апреле на чешуе сига еще не произошла закладка очередного годового кольца, поэтому рыбы анализировались с приростом. Несмотря на то, что размерный состав рыб апрельских и декабрьских уловов различался, в возрастной струк-

туре не было выявлено существенных различий. Единственное отличие — это отсутствие в апрельском возрастном составе девяти- и десятилетних рыб (рис. 9). Таким образом, различия прослеживаются исключительно по темпу роста рыб.

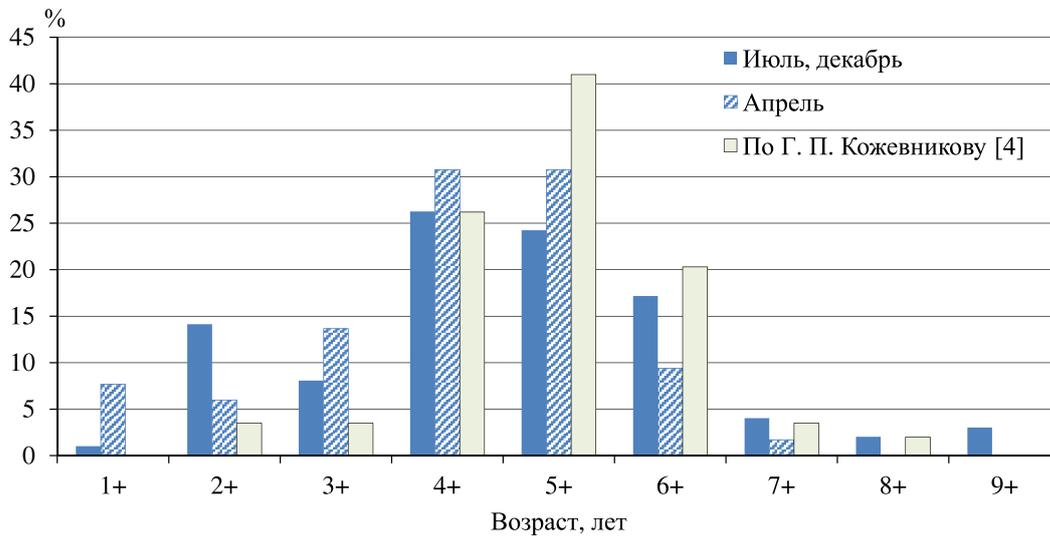


Рисунок 9 — Процентное соотношение в уловах возрастных групп сига-пыжьяна Обской губы

Поскольку доминирующим возрастным классом являлись шестилетние особи, то рас-

смотрим, как различался размерный состав рыб, входящих в данную когорту (рис. 10).

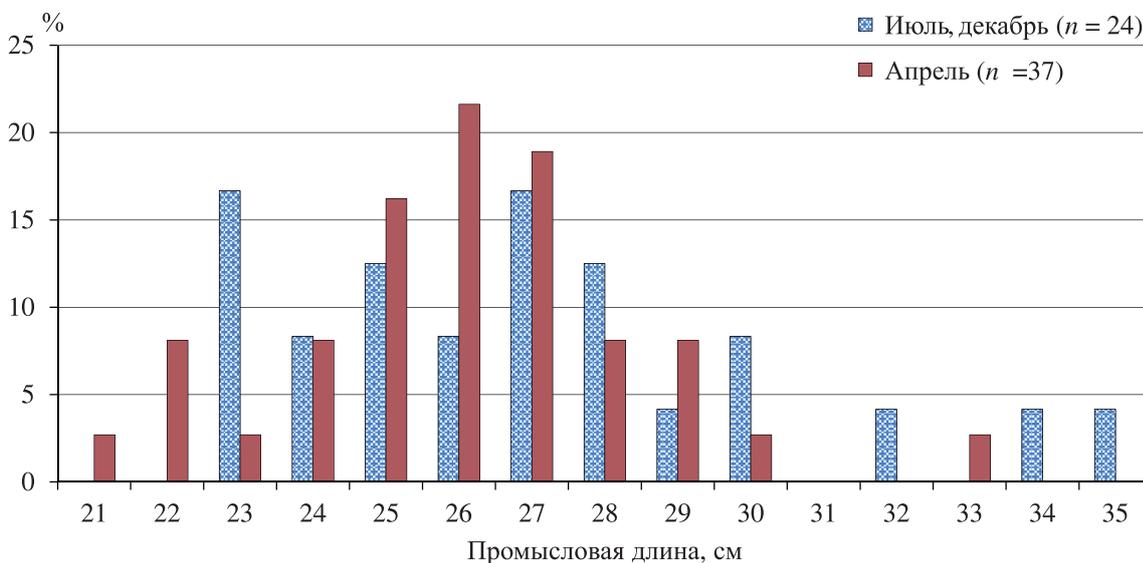


Рисунок 10 — Процентное соотношение в уловах размерных классов у шестилетних особей сига-пыжьяна Обской губы в разные периоды года

Результаты свидетельствуют, что в июле и декабре доля крупных рыб, характерных для эстуарной формы, была выше, чем в апреле. Поскольку апрельское распределение размер-

ного состава рыб было близко к нормальному, то можно допустить, что полупроходная форма преобладала по численности. Как известно, в апреле заморные воды значительно

продвигаются на север, вытесняя ихтиофауну в среднюю часть губы.

Таким образом, эстуарный сиг имеет схожую возрастную структуру с полупроходной формой, но отличается более высоким тем-

пом роста, особенно начиная с трехлетнего возраста (рис. 11). Данный факт, по-видимому, связан с отсутствием протяженных миграций, хорошей обеспеченностью пищей и более поздним половым созреванием.

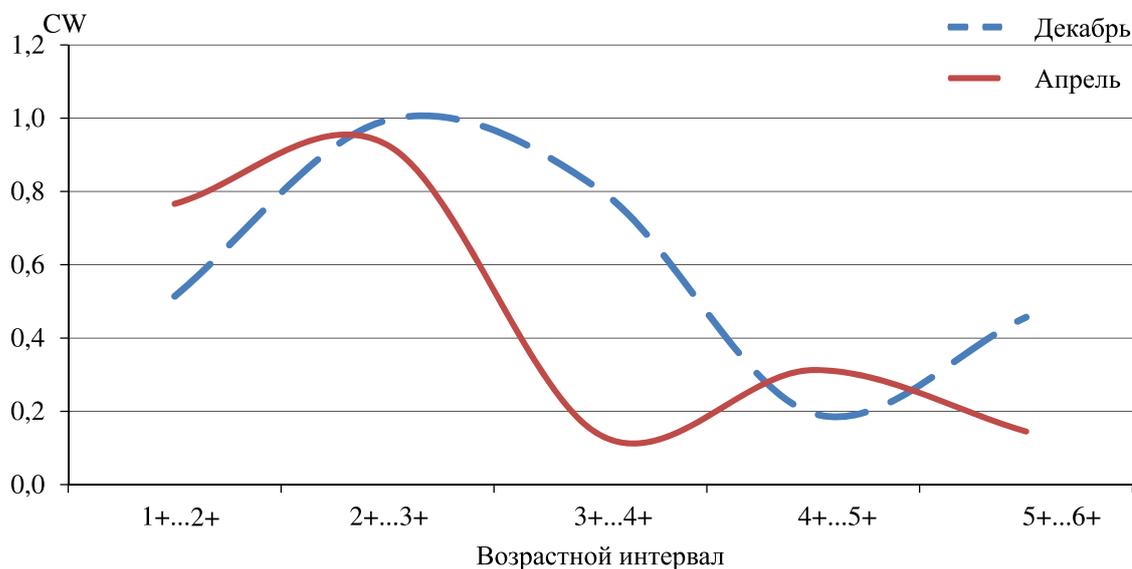


Рисунок 11 — Удельная скорость весового роста сига-пыжьяна Обской губы в декабре 2014 г. и апреле 2015 г. в районе пос. Мыс Каменный

Установленные различия в скорости весового роста свидетельствуют о разном возрасте наступления половой зрелости сравниваемых форм сига. Массовое половое созревание полупроходного сига происходит на год раньше эстуарной формы и приходится на интервал лет 3+...4+. Исходя из особенностей роста и полового созревания, эстуарная форма должна иметь большую продолжительность жизни. Однако особи старше десяти лет в уловах пока не встречались.

Теперь рассмотрим динамику присутствия рыб с различной стадией зрелости гонад. В анализируемой декабрьской выборке сига-пыжьяна в районе пос. Мыс Каменный были встречены только две особи, гонады которых находились на стадии выбоя (табл. 11), т. е. доля участвовавших в нересте рыб составляла всего 2,5 %. Большинство особей имело вторую стадию зрелости гонад, т. е. не принимало участия в нересте. К ним относились рыбы младше пятилетнего возраста, а также пропускающие нерест особи. Полученные результаты подтверждают, что массовое созревание у эстуарной формы начинается с четырех-

годовалого возраста. Посленерестовые особи сига отсутствовали также в апреле. Как отмечалось, по размерному составу стадо сига было в основном представлено его полупроходной формой. Причем значительная часть рыб имела зрелые половые продукты. Обращает на себя внимание и более раннее созревание полупроходной формы сига. Отдельные особи начинают созревать в трех-, четырехлетнем возрасте (см. табл. 11), что полностью подтверждает ранее сделанный вывод.

Поскольку в июле в районе пос. Мыс Каменный в уловах присутствовало сравнительно большое количество зрелых рыб (83,3 %), которые в текущем году должны были принять участие в нересте, а в августе и сентябре сиг в контрольных уловах здесь практически отсутствовал (было поймано всего две особи за 18 сетесуток), то можно сделать вывод, что для эстуарного сига свойственна нерестовая миграция. Местами миграции могут быть бухты и заливы губы [1, 4], а также реки и связанные с ними озера. Установленная нерестовая миграция сига начинается в августе.

Таблица 11 — Процентное соотношение стадий зрелости гонад сига-пыжьяна в разные периоды года, Обская губа, район пос. Мыс Каменный, 2014–2015 гг.

Возраст	Ювенальные, экз.	Самки						Самцы				
		II	II–III	III	III–IV	VI–II	n, экз.	II	III	III–IV	VI–II	n, экз.
Июль												
4					100		2	100				2
5				100			2	50		50		2
6				50	50		2			100		1
7					100		1			100		2
8										100		1
9					100		3					
Декабрь												
1+	1											
2+	10	100					3	100				1
3+	2	100					5	100				1
4+	3	91	9				11	100				9
5+		63	25			12	8	100				12
6+	1	71	29				7	100				5
7+									100			1
8+											100	1
Апрель												
1	4	100					3	100				2
2	3	67		33			3	100				1
3	1	85		15			13	100				2
4		56		44			18	94	6			18
5		46		54			24	83	17			12
6		75		25			8	67	33			3
7		50		50			2					

Наличие нерестовой миграции у сига из района пос. Мыс Каменный подтверждает и сравнительный анализ с ряпушкой, которая нерестится в губе, в том числе вдоль косы Каменная. Во-первых, ряпушка, в отличие от сига, постоянно присутствует в этом районе. Динамика созревания ее половых продуктов служит косвенным подтверждением наличия мест нереста в непосредственной близости от

района исследования (табл. 12). Хотя какая-то часть ряпушки в сентябре также мигрирует из района пос. Мыс Каменный. Это прослеживается по снижению доли зрелых рыб (с 79 % в августе до 43 % в сентябре). Во-вторых, по сравнению с сигом у ряпушки в декабре в этом районе губы гораздо выше процент особей, имеющих гонады на стадии VI–II. Их доля составляет 23 % против 3 % у сига.

Таблица 12 — Процентное соотношение стадий зрелости гонад ряпушки в разные периоды года, Обская губа, в районе пос. Мыс Каменный, 2014–2015 гг.

Возраст	Ювенальные, экз.	Самки							Самцы						
		II	II–III	III	III–IV	IV	VI–II	n, экз.	II	II–III	III	III–IV	IV	VI–II	n, экз.
Июль															
2	1	100						1	100						2
3		4		52	44			23	29		53	18			28
4				22	78			37			61	39			18
5				13	87			8			50	50			4
6				75	25			4							

Окончание табл. 12

Возраст	Ювенальные, экз.	Самки							Самцы						
		II	II-III	III	III-IV	IV	VI-II	n, экз.	II	II-III	III	III-IV	IV	VI-II	n, экз.
Август															
1+	1														
2+		33			67			3	50		50				2
3+		10		21	37	32		19	19		69		12		16
4+		5		32	21	42		19	8		61		31		13
5+					33	67		3							
6+						100		1							
Сентябрь															
1+	4										100				1
2+	1	45		55				11	100						13
3+		11		56	22	11		9	56		44				9
4+				67		33		3							
Декабрь															
1+	1							1							
2+	3	70					30	13	78	11				11	9
3+	1	71	7				22	15	74	4				22	27
4+	1	63	12				25	9	78		4			18	23
5+								0	100						2
6+		100						1							
Апрель															
1	1														
2		59		41				22	92		8				12
3		6		94				34	83		17				36
4		10		90				10	60		40				5

Таким образом, в Обской губе в районе пос. Мыс Каменный в августе для сига свойственна нерестовая миграция. С декабря по апрель посленерестовые особи эстуарной формы сига здесь практически отсутствуют. К концу зимы численность сига-пыжьяна возрастает за счет его полупроходной формы.

Размеры икринок и их видовая принадлежность. Размеры оводненных икринок рыб видоспецифичны. Поэтому по их диаметру можно судить о видовой принадлежности. Все исследованные икринки, вне зависимости от района и даты сбора, достаточно однородны по размеру (табл. 13).

Таблица 13 — Результаты измерений диаметра икры ряпушки, собранной на нерестилищах в Обской губе

Год	Место сбора	Период сбора	Статистические характеристики						
			среднее значение, мм	n, шт.	$\pm\sigma$	$\pm m$	$C_v, \%$	min	max
2013	Бухта Новый Порт	9.04–15.05	1,93	8	0,06	0,02	3,12	1,85	1,99
2014	Бухта Новый Порт	24.04–25.04	1,95	6	0,05	0,02	2,45	1,89	2,02
2015	Бухта Новый Порт	05.05	1,91	3	0,03	0,02	1,49	1,89	1,94
2014	Бухта Мыса Каменного	20.12	1,92	3	0,03	0,02	1,76	1,90	1,95
2014	Мыс Каменный	18.12–23.12	1,93	20	0,06	0,01	3,11	1,85	2,04
2015	Бухта Мыса Каменного	19.04	1,91	9	0,06	0,01	3,10	1,89	2,02
2015	Мыс Каменный	18.04–21.04	1,95	3	0,03	0,01	2,40	1,90	2,01
2015	Район р. Нурма-Яха	21.04	1,91	5	0,06	0,03	3,33	1,85	1,99

Диаметр икринок в пробах варьировал от 1,85 до 2,04 мм. Средние размеры икринок, в зависимости от места и даты сбора, изменялись в пределах ошибки средней величины от 1,91 до 1,95 мм. В выборках, с количеством измеренных икринок более 5 шт., диапазон колебаний средней величины еще уже — 1,93–1,95 мм. Общее среднее значение для всех измеренных икринок равно 1,93 мм. Коэффициент вариации диаметра икры в выборках находился на уровне 1,5–3,3 %.

По размерам икринок и сезону сборов однозначно можно утверждать, что исследованные икринки принадлежат рыбе (или рыбам) из семейства сиговых (*Coregonidae*). В ихтиофауне Обской губы, кроме сиговых, к осенне-зимнерестующим рыбам относится только налим (*Lota lota*). Однако для этого вида характерна мелкая икра — до 1,1 мм в диаметре [23], что почти в два раза меньше значений, отмеченных в пробах (см. табл. 13). По размерным характеристикам обнаруженные икринки соответствуют ряпушке сибирской. Наши измерения на живом материале показали, что средний диаметр икринки ряпушки Обского бассейна составляет $(1,95 \pm 0,07)$ мм. Незначительное расхождение средних значений может быть объяснено влиянием на размеры икры фиксации. Из других сиговых рыб, отмечаемых

в Обской губе, наиболее близкие размеры икры у речной формы пеляди (*Coregonus peled*), у которой среднее значение диаметра икры за 12 лет наблюдений (живой материал) равно $(2,01 \pm 0,06)$ мм. Однако пелядь в районе м. Каменный, бухты Каменная и р. Нурма-Яха в осенне-зимний период отсутствовала. Как отмечалось, есть сведения о нересте сига-пыжьяна [1]. Однако принадлежность найденной икры к этому виду исключается, так как икринки сига-пыжьяна существенно крупнее обнаруженных. По нашим данным, средний диаметр икры обского пыжьяна равен $(2,39 \pm 0,11)$ мм. Минимальные размеры икринок пыжьяна превышают максимальные значения для ряпушки. У остальных сиговых рыб, отмечаемых в Обской губе, икра крупнее, чем у сига-пыжьяна. Кроме того, если предположить, что среди найденных икринок имеются икринки другого вида, то следует ожидать в общей выборке двухвершинное частотное их распределение по размеру. Однако фактическое распределение оказалось одновершинным, близким к нормальному Пуассоновскому (рис. 12), что косвенно свидетельствует об общности икринок по анализируемому признаку. Таким образом, есть все основания утверждать, что найденная икра принадлежит ряпушке сибирской.

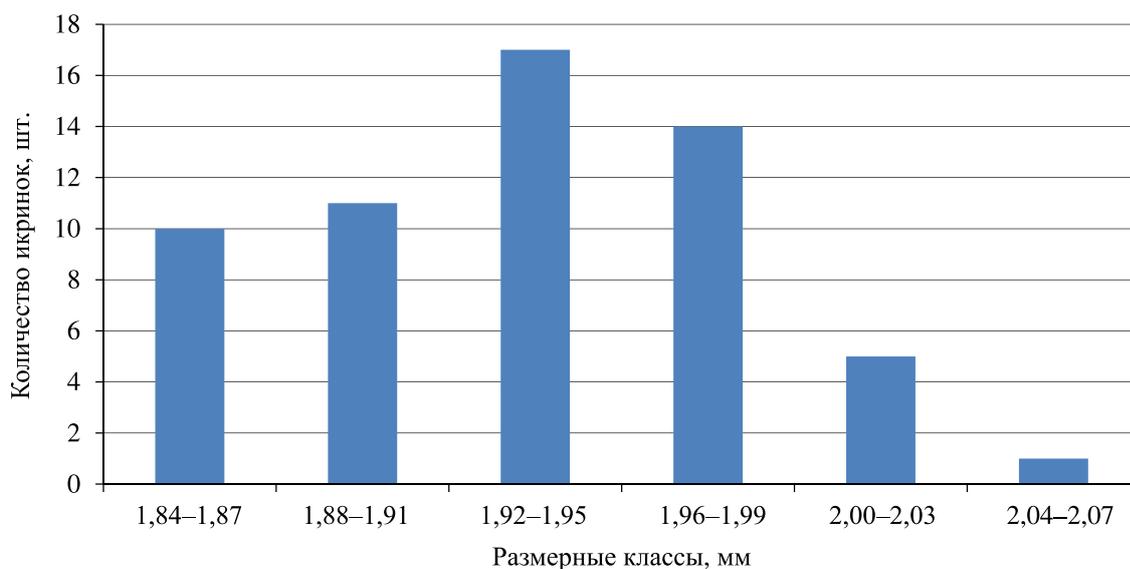


Рисунок 12 — Частотное распределение диаметра икринок ряпушки по размерным классам

В пробах, собранных в бухте Новый Порт, в весенний период преобладали мертвые икринки (табл. 14). Живые икринки в среднем составляли от 20 % в апреле 2014 г. до 44 % в апреле — мае 2013 г. В мае 2015 г. их доля была 33 %.

Таблица 14 — Доля живой икры ряпушки на нерестилищах в Обской губе

Год	Место сбора	Период сбора	Обнаруженные икринки, шт.						Доля живых икринок, %
			Всего	Живые	Погибшие				
					недавно	давно	оболочки	всего	
2013	Бухта Новый Порт	9.04–15.05	9	4	2	2	1	5	44
2014	Бухта Новый Порт	24.04–25.04	10	2	1	6	1	8	20
2015	Бухта Новый Порт	05.05	6	2	1	2	1	3	33
2014	Бухта Каменная	20.12	20	15		4	1	5	75
2014	Мыс Каменный	18.12–23.12	7	5		2		2	71
2015	Бухта Каменная	19.04	13	11	1		1	2	85
2015	Мыс Каменный	18.04–21.04	4	3		1		1	75
2015	Район р. Нурма-Яха	21.04	8	5	2		1	3	63
<i>Итого</i>			77	47				30	61

Основной причиной гибели икры является недостаток кислорода. Преждевременное вылупление зародышей — типичная реакция на дефицит кислорода. Среди обнаруженных в районе Нового Порта икринок две были зафиксированы в момент вылупления. Эмбрионы имели типичный для сиговых вид и находились на VIII этапе развития по Ж. А. Черняеву [24] — подвижное состояние жаберно-челюстного аппарата. Длина зародышей была одинаковой — 6,37 мм. Размеры жировой капли составляли 1,23–1,38 мм.

На нерестилищах, расположенных севернее бухты Новый Порт, доля живых икринок существенно выше. По результатам анализа проб, собранных в декабре 2014 г. и в апреле 2015 г. в районе Мыса Каменного, две трети (71 и 75 % соответственно) икринок были живыми и нормально развивающимися на момент фиксации. В районе устья р. Нурма-Яха живые икринки в апреле 2014 г. составляли 63 %. Лучшая выживаемость икры ряпушки севернее зоны влияния заморных вод связана с более благоприятными кислородными условиями на нерестилищах. Наибольшая выживаемость отмечена в бухте Каменная. Причем это прослеживалось как по декабрьским, так и апрельским пробам, что подтверждает лучшие здесь условия для развития икры. Тем не менее присутствие погибшей икры на северных участках указывало на наличие проблем

с обеспечением необходимых условий для дыхания эмбрионов.

Степень эмбрионального развития зародышей из проб, собранных в декабре 2014 г. у Мыса Каменного, существенно не различалась. Все они находились в конце V (органо-генез) — в начале VI этапа (обособление хвостового отдела по Ж. А. Черняеву), что соответствует 12–13 стадиям по Л. В. Кугаевской и Л. Л. Сергиенко [25]. У зародышей сформировались глазные пузыри и слуховые плакиды, в туловище насчитывалось 25 сомитов. Степень развития зародышей соответствовала биологическому возрасту, выраженному в безразмерных единицах продолжительности развития [26], около $70 \tau_n/\tau_0$, что при температуре 1 °C соответствует возрасту около 30 сут, т. е. данная икра была выметана в середине ноября.

Зародыши в пробах, собранных в апреле у Мыса Каменного и у устья р. Нурма-Яха, находились в конце VIII этапа эмбрионального развития и по длине были несколько крупнее, чем на нерестилище в районе Нового Порты. Их длина составляла около 8 мм. Одна живая предличинка из апрельской пробы с Мыса Каменного была зафиксирована в момент вылупления, что свидетельствует о нормальном завершении эмбриогенеза. В пробе, отобранной в районе устья р. Нурма-Яха, отмечено два погибших, частично вылупившихся

зародыша. Как уже отмечалось, такой эффект характерен для сиговых в конце эмбриогенеза при дефиците кислорода. Однако концентрация кислорода в воде на этих станциях была высокой — 11,2 мг/дм³. Вероятной причиной гибели зародышей является заиливание икры. Эти икринки были обнаружены на глубине, близкой к максимальной для нерестилищ ряпушки, — 8 м, где, вероятно, аккумуляция донных отложений более выражена, чем на нерестилищах с меньшей глубиной. Возможно, меньшая доля живых икринок на нерестилище у устья р. Нурма-Яха связана с его относительной «глубоководностью».

На каждом из обследованных нерестилищ были найдены единично пустые оболочки от икринок, что характерно при поедании содержимого икринок водными беспозвоночными.

Таким образом, результаты исследования собранной икры подтверждают принципиальную возможность успешного протекания эмбриогенеза ряпушки в условиях, характерных для западной части Обской губы. Выживаемость икры в южной части зоны нерестилищ, вероятно, крайне нестабильна из-за периодического негативного влияния заморных обских вод на развивающуюся икру.

Непосредственно после вскрытия акватории нерестилищ у пос. Мыс Каменный 17 июня 2015 г. сачком из газ-сита на глубине около 3 м удалось отловить 3 личинки рыб. Температура воды в зоне отлова личинок равнялась 2,2 °С. Личинки были зафиксированы формалином и доставлены в Госрыбцентр для последующего анализа.

Размеры и особенности морфологического строения личинок однозначно свидетельствовали об их принадлежности к семейству сиговых.

Личинка № 1 имела длину тела (до конца хорды) 8,89 мм, массу — 2,86 мг. Степень ее развития соответствовала началу II этапа личиночного развития по Ж. А. Черняеву [24] — полное экзогенное питание. Желточный мешок полностью рассосался, но жировая капля еще сохранилась. Ее диаметр равнялся 0,25 мм. Конец хорды — прямой. У основания непарных плавников просматривалось скопление мезенхимы. Ориентировочный возраст личиночного развития — около 10 сут при зарегистрированной температуре, т. е. вылупление произошло ориентировочно 7 июня.

Личинка № 2 по развитию не отличалась от первой. Ее длина равнялась 9,14 мм, а масса — 3,10 мг.

Личинка № 3 (рис. 13) была заметно крупнее и более развитой по сравнению с предыдущими. Она имела длину 11,13 мм и массу тела 6,06 мг. Жировая капля у нее отсутствовала. Конец хорды был загнут вверх. Отмечена закладка лучей в непарных плавниках. На месте брюшных плавников сформировались зачаточные складки. В момент фиксации личинка находилась на завершающей стадии II этапа личиночного развития. По ориентировочным оценкам возраст этой личинки — около 20 сут при температуре воды 1,5–3,0, т. е. вылупление произошло в конце мая.

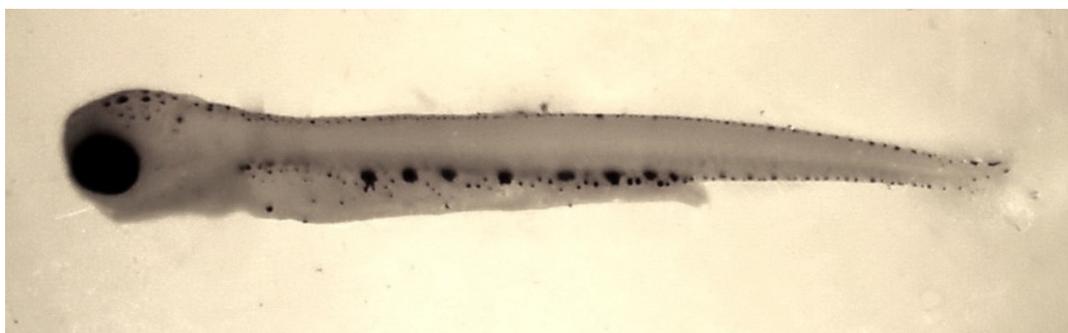


Рисунок 13 — Личинка ряпушки № 3, отловленная у пос. Мыс Каменный

Ранние личинки сибирской ряпушки отличаются от других сиговых рыб своими мелкими размерами. По данным Л. Л. Сергиенко [27], средняя масса личинок ряпушки в период массового вылупления — 2,10–2,18 мг при длине 7,50–7,53 мм, что сравнимо только с личинками тугуна (*C. tugin*), присутствие которого в Обской губе не зарегистрировано. По нашим данным, средняя масса личинок речной формы пеляди в начале I этапа личиночного развития составляет 2,8–2,9 мг; сига-пыжьяна — около 4,0 мг. Личинки остальных сиговых рыб Обского бассейна значительно крупнее, чем у перечисленных видов. Резорбция желточного мешка у личинок пеляди завершается при массе около 6 мг, у сига-пыжьяна — около 10–12 мг. Жировая капля у нормально развивающихся личинок этих видов исчезает при массе 15–20 мг. Следовательно, размеры личинок, как пеляди, так и сига-пыжьяна, на протяжении II этапа развития существенно больше, чем у обнаруженных личинок. По соотношению степени развития и размеров личинки № 1–3 однозначно соответствуют ряпушке сибирской.

Обнаруженные личинки активно питались. Содержимое пищеварительных трубок достаточно однородное. Объектами питания являлись науплии и ранние копепоидитные стадии веслоногих рачков (*Cyclopoidea*). В пищеварительном тракте личинки № 1 было обнаружено 8 потребленных организмов, а у личинки № 3 — 35 экз. Длина жертв колебалась от 0,2 до 0,5 мм и в среднем составила 0,35 мм. Индекс наполнения пищеварительного тракта у личинки № 1 был равен 146 ‰, а у личинки № 3 — 151 ‰, что ориентировочно соответствует среднему уровню интенсивности питания.

Результаты исследования отловленных в губе личинок подтвердили их видовую принадлежность к ряпушке сибирской. Можно считать доказанным, что личинки ряпушки, после вылупления подо льдом на нерестилищах в Обской губе, питаются, растут и развиваются. Есть все основания считать, что весь жизненный цикл ряпушки может протекать в Обской губе.

Обсуждение результатов

Таким образом, все найденные икринки сиговых у западного побережья Обской губы на участке от бухты Новый Порт до устья р. Нурмы принадлежали сибирской ряпушке. Результаты исследований не подтверждают наличия нерестилищ сига-пыжьяна в бухте Каменная. Причины отсутствия его икры в пробах могут быть связаны как с низкой вероятностью ее обнаружения из-за малочисленности вида, так и с наличием других мест нереста.

Тем не менее невыясненным остается вопрос: почему сиг не может нереститься там же, где и ряпушка? Одной из причин может являться конкуренция за нерестилища. Например, В. В. Кузнецовым с соавторами [1] высказывается мнение, что омуль не нерестится в уральских притоках Оби из-за конкуренции с другими сигами, имеющими преимущества в преднерестовом нагуле в пойме. Однако, учитывая чрезвычайно большую площадь выявленных нерестилищ ряпушки с относительно маленькой плотностью икры на них, предположение о межвидовой конкуренции выглядит малореальным. Более вероятной причиной несовпадения нерестилищ ряпушки и сига в губе являются различия этих видов по требованиям к абиотическим условиям развития икры.

Установлено, что далеко не всегда эмбриогенез у ряпушки в губе протекает успешно. В районах воздействия заморных вод икра погибает. Гибель икры происходит также из-за ее заиления и выедаемости. В районе нерестилищ отмечена высокая плотность ихтиофауны, потребляющей икру. Особенно высока численность ряпушки и ерша. В результате выедания и гибели икры на нерестилищах сохраняется не более 5 % от начальной ее численности. Противостоять данным мощным природным факторам может только вид, имеющий относительную устойчивость эмбриогенеза к пониженным концентрациям кислорода и высокую популяционную плодовитость. И ряпушка здесь имеет весомые преимущества перед сигом-пыжьяном. Несмотря на то, что средняя абсолютная индивидуальная плодовитость у сига в 2,0–2,5 раза выше,

чем у ряпушки, популяционная плодовитость у ряпушки в десятки раз выше, чем у сига. Это обеспечивается короткоцикловостью ряпушки, массовым созреванием на третьем году жизни, отсутствием пропуска нереста [7], высокой численностью и широкой эврибионтностью по отношению к местам размножения. Данный вид способен выживать и приспосабливаться к более широкому спектру экологических условий. По гидрохимическим показателям условия для инкубации икры в Обской губе существенно хуже, чем в уральских притоках Оби.

Одной из вероятных причин успешного размножения ряпушки в Обской губе является предполагаемая способность ее зародышей нормально развиваться при более низкой концентрации кислорода по сравнению с другими сиговыми рыбами. Возможное объяснение такой особенности связано с относительно мелкими размерами икринок ряпушки. Эффективность диффузии кислорода через оболочку икры определяется соотношением площади поверхности икринки к ее объему. Это соотношение находится в обратной зависимости от диаметра икринки. В результате в мелкую икринку кислород поступает эффективнее, чем в более крупную, при прочих равных условиях. Здесь ряпушка имеет неоспоримые преимущества по сравнению с сигом-пыжьяном.

В реках Обского бассейна основные нерестилища сибирской ряпушки часто расположены ниже нерестилищ других сигов, что может рассматриваться как косвенное подтверждение более низкой требовательности развивающейся икры ряпушки к кислородным условиям. Как известно, в нижнем течении нерестовых рек за счет поступления болотных вод [28] и подпора воды со стороны Оби кислородные условия заметно хуже верховий. Зимний дефицит растворенного кислорода создается за счет промерзания мелководий и нарушения проточности, что часто отмечается на одной из основных для нереста ряпушки реке Щучьей.

Результаты исследований подтвердили, что из всех сиговых Обского бассейна ряпушка является самым неприхотливым видом при

выборе нерестового субстрата [6, 29]. Данный факт также может быть обусловлен обсуждаемой особенностью протекания эмбриогенеза ряпушки при более низком содержании растворенного кислорода. Икра ряпушки была найдена на заиленных песках, на заиленных глинах и на сравнительно больших глубинах, что ранее никем не отмечалось. С глубиной у дна содержание кислорода снижается, а мелкодисперсные частицы ила, оседая на оболочке икринки, ухудшают диффузию кислорода, необходимого для дыхания зародыша, что может приводить к его гибели. Однако, как показали наблюдения, перечисленные негативные процессы не служат непреодолимым препятствием для размножения ряпушки в Обской губе.

Ю. С. Решетников [30] справедливо отмечает, что в условиях эвтрофикации улучшается кормовая база рыб, и при сохранении условий для воспроизводства преимущество приобретают короткоцикловые виды рыб, которые, как правило, имеют некрупные размеры и относительно мелкую икру.

Малые размеры икринок, наряду с высокой популяционной плодовитостью, можно рассматривать как адаптацию, направленную на снижение вероятности потребления хищниками. Мелкую икру сложнее обнаружить среди частиц субстрата и агрегаций детрита, которые, как правило, отмечались при отборе проб в Обской губе. Поэтому более низкую вероятность обнаружения икринки хищником можно рассматривать как важное условие успешного завершения эмбриогенеза при большой плотности рыб в районе нерестилищ.

Вероятной причиной относительно низкой численности эстуарного сига-пыжьяна является дефицит мест, благоприятных для его размножения. Многие тундровые реки в зимний период перемерзают. Однако в нижнем течении отдельных рек имеются достаточно глубокие участки, где могут сохраняться условия для развития икры сига. Не исключено, что какая-то часть нерестового сига, периодически вылавливаемая в губе в «текущем» состоянии, нерестится на таких участках низовий рек. Возможно, нерест сига

происходит на участках губы, примыкающих к устьям рек. Известно, что отдельные участки бухт полностью не промерзают и, по сути, при увеличении толщины ледового покрова являются продолжением русел впадающих в них рек.

Косвенно не подтверждает возможное совпадение нерестилищ сига и ряпушки тот факт, что до сих пор не обнаружены их гибридные формы, широко распространенные среди сиговых рыб [31]. Например, при совпадении нерестилищ сига-пыжьяна и пеляди гибриды этих видов постоянно регистрируются [32–34]. Вероятность гибридизации ряпушки и сига-пыжьяна потенциально повышает совпадение сроков их нереста (ноябрь).

Можно предположить, что для успешного эмбриогенеза сига необходимы лучшие кислородные условия, чем те, в которых способна развиваться икра ряпушки. Возможно, с этим связано отсутствие преднерестового сига на самых крупных нерестилищах ряпушки в Обской губе в бухте Новый Порт. Такой сиг отмечается лишь там, где влияние заморных вод минимально, и там, где в губу впадают сравнительно крупные тундровые реки.

Заключение

Результаты проведенных исследований в очередной раз подтвердили, что Обская губа является не только гигантским нагульным водоемом и местом массовой зимовки рыб, но и важнейшим центром воспроизводства сибирской ряпушки. За более чем восьмидесятилетний период наблюдений нерестилища ряпушки в районе бухты Новый Порт не утратили своего значения в воспроизводстве этого вида. Кроме данного участка, нерестилища ряпушки расположены практически вдоль всего западного побережья пресноводной части губы от бухты Восход [5] до района Яптик-Сале [8]. Размножение происходит даже в бухтах, подверженных ежегодному замору. Нерестилища ряпушки преимущественно расположены на глубинах от 2,5 до 5,0 м на песчаных и песчано-илистых грунтах с примесью детрита. При этом ряпушка

способна размножаться и на сравнительно больших глубинах — до 9 м. Подтвердилось, что ряпушка не требовательна к нерестовому субстрату, ее икра встречалась даже на заиленных грунтах с примесью глины. Ряпушка способна размножаться в олиготрофных, мезотрофных и, вероятно, в эвтрофных условиях. Таким образом, из сиговых рыб Обского бассейна ряпушка имеет самые крупные нерестилища. Их площадь в Обской губе ориентировочно составляет 1 тыс. км².

Относительно мелкие размеры икринок ряпушки можно рассматривать как адаптацию, не только связанную с особенностями условий протекания эмбриогенеза, но и направленную на снижение пресса хищников. В Обской губе выметанная икра ряпушки испытывает значительное отрицательное воздействие со стороны других представителей ихтиофауны и влияние заморных вод. Выживаемость икры на нерестилищах в Обской губе остается крайне низкой и за весь период эмбриогенеза не превышает 5 %. Наиболее высокая выживаемость отмечена в бухте Каменная. Гибель икры от влияния заморных вод в конце эмбриогенеза варьирует на разных участках выявленных нерестилищ от 37 до 80 %.

До настоящего времени не вызывает сомнения существование в Обской губе жилой эстуарной формы сига-пыжьяна, который отличается от полупроходной формы особенностями миграционного поведения, темпом роста, более крупными размерами и поздним половым созреванием. В районе пос. Мыс Каменный в июле основу стада эстуарного сига составляют зрелые особи. Бухты, заливы, прибрежная акватория губы и мелководные озера служат местами его летнего нагула. Уже в августе у сига начинается нерестовая миграция в бухты и заливы, где его численность максимально возрастает. В декабре участвовавшие в нересте особи практически отсутствуют в районе пос. Мыс Каменный. В ходе исследований места нереста сига не были установлены. Низкая численность вида усложняет нахождение его икры. Качество вод в губе значительно хуже, чем в районе известных нерестилищ сига в уральских при-

токах Оби. Тем не менее обнаружение текущих рыб [1, 2, 4] не исключает возможности нереста сига в губе и в ближайших водных объектах, поэтому поиск нерестилищ должен быть продолжен. При этом особое внимание следует уделить непромерзающим рекам и проточным и сточным озерам, а также бухте Яптик-Сале, где этот сиг наиболее многочислен. Кроме того, необходимо выполнить и более частую сетку станций в бухте Каменная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология размножения сиговых рыб Coregonidae в Обской губе Карского моря / В. В. Кузнецов, Е. Н. Кузнецова, Н. Г. Ключарева и др. М. : Изд-во ФГУП ВНИРО, 2011. 134 с.
2. Юданов И. Г. Обская губа и ее рыбохозяйственное значение (по материалам Ямальской экспедиции 1932 г.) // Работы Обско-Тазовской науч. рыбохозяйственной ст. ВНИРО. Тобольск, 1935. Т. 1, вып. 4. 103 с.
3. Дрягин П. А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна // Изв. Всесоюз. НИИ озерного и речного рыбного хозяйства. Л., 1948. Т. 25, вып. 2. С. 3–104.
4. Кожевников Г. П. Эстуарный сиг (*Coregonus lavaretus pidschian*) из Обской губы // Вопр. ихтиологии. 1958. Вып. 11. С. 48–52.
5. Москаленко Б. К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна / Тр. Обь-Тазовского отд-ния ВНИОРХ. Нов. серия. Тюмень : Тюм. кн. изд-во, 1958. Т. 1. 252 с.
6. Москаленко Б. К. Сиговые рыбы Сибири (Биологические основы промышленной эксплуатации и воспроизводства сырьевых запасов). М. : Пищевая пром-сть, 1971. 184 с.
7. Иванчинов В. Г. Река Щучья. Биология и промысел обской сельди (*Coregonus sardinella* Val.). Тобольск : Изд-во Обско-Тазовской науч. рыбохозяйственной ст. ВНИРО, 1935. Т. 1, вып. 2. 139 с.
8. Андриенко Е. К. Сезонное распределение ряпушки в Обской губе / Третье Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб : тез. докл. Тюмень, 1985. С. 37–40.
9. Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова и др. Екатеринбург, 2000. 88 с.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1984. 52 с.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). Л. : Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
12. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). Л. : Гидрометеиздат, 1995. Т. 2. 627 с.
13. Определитель пресноводных беспозвоночных России. СПб. : Зоологический ин-т РАН, 1999. Т. 4. 1000 с.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных России. СПб. : Зоологический ин-т РАН, 2004. Т. 6. 528 с.
15. Дука Л. А., Синюкова В. И. Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях. Киев : Наукова думка, 1976. 136 с.
16. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М. : Пищевая пром-сть, 1966. 373 с.
17. Андриенко Е. К. Условия обитания ряпушки в Обской губе // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 136. С. 91–109.
18. Матковский А. К., Степанов С. И., Вылежинский А. В. Зимний замор рыбы в Обской губе // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 12. С. 36–40.
19. Ярушина М. И., Смирнов Ю. Г. Гидрохимия // Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы. Свердловск, 1990. С. 15–34.
20. Монаков А. В. Питание пресноводных беспозвоночных / РАН. Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцева. М., 1998. 320 с.
21. Юхнева В. С. Наблюдения за нерестом и развитием икры сиговых рыб на реке Сыня // Озерное и прудовое хозяйство в Сибири и на Урале. Тюмень : Изд-во СибНИИРХ, 1967. С. 190–199.
22. Матковский А. К. Рыбы рек Таз и Пур // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2006. С. 301–310.
23. Промысловые рыбы СССР / Л. С. Берг, А. С. Богданов, Н. И. Кожин ; ред. Т. С. Расс. М. : Пищепромиздат, 1949. 787 с.
24. Черняев Ж. А. Эмбриональное развитие байкальского омуля. М. : Наука, 1969. 91 с.
25. Кугаевская Л. В., Сергиенко Л. Л. Определение вида развивающейся икры рыб

- рода *Coregonus* (Linnaeus) бассейна нижней Оби // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 284. С. 52–63.
26. Детлаф Т. А., Детлаф А. А. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР. 1960. Т. 134, № 1. С. 199–202.
 27. Сергиенко Л. Л. Сибирская ряпушка как объект рыбоводства // Вестник рыбохозяйственной науки. Тюмень, 2015. Т. 2, № 1. С. 69–77.
 28. Юданов И. Г. Река Сыня и ее значение для рыболовства Обского севера. // Тр. Обь-Иртышской науч. рыбохозяйственной ст. Тобольск, 1932. Т. 1, вып. 1. 85 с.
 29. Экологическое состояние притоков нижней Оби (реки Харбей, Лонготъеган, Щучья) / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова и др. Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2005. 236 с.
 30. Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. М. : Наука, 1980. 301 с.
 31. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М. : Мир, 1968. 597 с.
 32. Амстиславский А. З., Иванов Ю. Н. О гибриде между ледовитоморским сигом *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) и пелядью *Coregonus peled* (Gmelin) низовьев реки Оби // Биология и продуктивность водных организмов / Тр. Ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1970. Вып. 72. С. 52–55.
 33. Шишмарев В. М. Особенности гибридов между сигом-пыжьяном и пелядью в бассейне р. Северной Сосьвы // Закономерности роста и морфологические особенности рыб в разных условиях существования / Тр. Ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1976. Вып. 99. С. 23–26.
 34. Павлов А. Ф. Внутривидовая дифференциация и пути использования запасов некоторых сиговых рыб Обского бассейна : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1981. 20 с.

THE STUDY OF WHITEFISH (COREGONIDAE) SPAWNING AREAS IN THE GULF OF THE OB' BAY

**A.K. Matkovskiy, S.M. Semenchenko, S.I. Stepanov, I.A. Terentyev, P.A. Kochetkov,
V.I. Uvarova, V.B. Stepanova, A.V. Korshunov, P.Y. Savchuk, A.S. Taskaev**

FSBSI "State Scientific-and-Production Center of Fishery"

The results of the survey of whitefish (Coregonidae) spawning grounds in the Gulf of the Ob' river are discussed in the article. The studies were conducted in 2013–2015. The aim of this work was to study the success of whitefish embryogenesis in conditions of the Ob' Bay. In addition, one of the objectives of the study was to determine the spawning grounds of residential whitefish forms of Siberian whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*). However, during the study only eggs of whitefish (*Coregonus sardinella*) were discovered. The brief characteristics of fish fauna, features of fish seasonal distribution, dynamics of fish population and maturation, density and distribution of eggs, as well as the conditions of egg development are given in the article. The low selectivity of vendace to spawning substrate is noted. The eggs of this species were found even on silty soils including the depth more than 8.5 m. Different survival of vendace eggs, depending on the concentration of dissolved oxygen is analyzed. The high mortality of eggs in areas exposed to hypoxic water was detected. Overall survival does not exceed 5%. However, the success of embryogenesis is determined mainly by the relatively small sizes of the eggs due to the lower rate of metabolic processes. The worst conditions for reproduction of whitefish in the Gulf in compare with the Ural tributaries of the Ob were marked. The adaptive benefits of embryogenesis and life cycle of vendace in compare with other whitefish species are emphasized.

Keywords: the Gulf of the Ob' river, whitefish, spawning grounds, eggs, embryogenesis, adaptation.

REFERENCES

1. Kuznetsov V.V., Kuznetsova E.N., Klyuchareva N.G., Gangnus I.A., Belorustseva S.A., Shirokov D.A. [Ecology reproduction whitefish Coregonidae in the Ob Bay of the Kara Sea]. Publishing house of the Federal State Unitary Enterprise VNIRO 2011. (In Russ.)

2. Yudanov I.G. [Gulf of Ob and its fishery value (based on the Yamal Expedition 1932)]. Works Ob-Taz Scien. rybohoz. Art. VNIRO. 1935. V. 1. Vol. 4. 103 p. (In Russ.)
3. P.A. Dryagin [Commercial fish Ob-Irtysh basin]. Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries. Leningrad, 1948. V. XXV, Issue 2, pp. 3–104. (In Russ.)
4. Kozhevnikov G.P. [Estuarine whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*) of the Gulf of Ob]. Problems ichthyology. 1958, V. 11, 48–52 pp. (In Russ.)
5. Moskalenko B.K. [Biological bases of exploitation and reproduction of whitefish Ob basin]. Tr. Ob-Taz Dep. VNIORKh. Tyumen, 1958. V. 1. 252 p. (In Russ.)
6. Moskalenko B.K. [Whitefish Siberian fish (Biological basis of industrial exploitation and reproduction of feedstock)]. Moscow, 1971. 184 p. (In Russ.)
7. Ivanchinov V.G. [Shhuch'ja River. Biology and fishery Ob herring (*Coregonus sardinella* Val.)]. Publishing house of the Ob-Taz Scien. fish farm. Art. VNIRO. Tobolsk, 1935. V. 1. Issue. 2. 139 p. (In Russ.)
8. Andrienko E.K. [Seasonal distribution of vendace in the Gulf of Ob]. Third All-ings of the Conference. biology and bioengineering breeding of whitefish]. Tyumen, 1985. 37–40 pp. (In Russ.)
9. Bogdanov V.D. Bogdanov E.N., Goskova O.A., Melnichenko I.P. [Retrospective ichthyological and hydrobiological studies in Yamal.] Ekaterinburg, 2000. 88 p. (In Russ.)
10. [Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological research on freshwater reservoirs]. Zoobenthos and its products. Leningrad, 1984. 52 p. (In Russ.)
11. [Key to freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos)]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977, 512 p. (In Russ.)
12. [Key to freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos)]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1995, V. 2. 627 p. (In Russ.)
13. [Key to freshwater invertebrates of Russia]. S.-P. Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, 1999. V. 4. 1000 p. (In Russ.)
14. [Key to freshwater invertebrates of Russia]. S.-P. Zoological Institute of Russian Academy of Sciences, V. 2004. 6. 528 p. (In Russ.)
15. Duca L. A., Sinyukova V.I. [Guide supply of larvae and juveniles of marine fish in natural and experimental conditions]. Kiev: Naukova Dumka, 1976. 136 p. (In Russ.)
16. Pravdin I.F. [Study Guide fish]. Moscow: Food Industry, 1966. 373 p. (In Russ.)
17. Andriyenko E.K. [Terms of vendace living in the Gulf of Ob]. Math. GosNIORKh, 1978. V. 136. P. 91–109. (In Russ.)
18. Matkovskiy A.K., Stepanov S.I. Vylezhinsky A.V. [Winter fish mortality in the Gulf of Ob // Fish farming and fisheries. 2008. No 12. P. 36–40. (In Russ.)
19. Yarushina M.I., Smirnov Yu.G. [Characteristics of Hydrochemistry ecosystem Northern Sosva River]. Sverdlovsk, 1990. P. 15–34. (In Russ.)
20. Monakov A.V. [Power freshwater invertebrates. Russian Academy of Sciences]. Institute of Ecology and Evolution A.N. Severtsev. Moscow, 1998. 320 p. (In Russ.)
21. Yukhneva V.S. [Observations of spawning and development of eggs in the whitefish Synya river]. Lakeside pond and farm in Siberia and the Urals. Publishing house SibNIIRH. Tyumen, 1967. P. 190–199. (In Russ.)
22. Matkovskiy A.K. [Fish rivers Taz and Pur]. Ecology of fish Ob-Irtysh basin. Moscow: Association of scientific editions KMK, 2006, p. 301–310. (In Russ.)
23. Berg L.S., Bogdanov A.S., Kozhin N.I., Russ T.S. (ed.). [Commercial fish USSR]. Moscow: Pishchepromizdat, 1949. 787 p. (In Russ.)
24. Chernyaev Z.H. [Embryonic development of Baikal omul]. Moscow: Nauka, 1969. 91 p. (In Russ.)
25. Kugaevsky L.V., Sergienko L. [Determination type developing eggs fish of the genus *Coregonus* (Linnaeus) Lower Ob basin]. Coll. Scien. tr. GosNIORKH, 1988. V. 284. P. 52–63. (In Russ.)
26. Detlaf T.A., Detlaf A.A. [About dimensionless characteristics developmental duration in embryology]. Dokl. USSR Academy of Sciences, 1960. V. 134. No 1. Pp. 199–202. (In Russ.)
27. Sergienko L.L. [Siberian whitefish fishery as the object] // Journal of Fisheries Science, 2015. V. 2. No 1. P. 69–77. (In Russ.)
28. Yudanov I.G. [Synya River and its importance for fisheries Ob north]. Tr. Ob-Irtysh Scien. fish farm]. Art. Tobolsk, 1932. V. 1, Issue. 1. 85 p. (In Russ.)
29. Bogdanov V.D., Bogdanov E.N., Goskova O.A., Melnichenko I.P., Stepanov L.N., Yarushina M.I. [Ecological state of the tributaries of the Lower

- Ob (Harbaugh river, Longotegan, Shhuch'ja]. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural University, 2005. 236 p. (In Russ.)
30. Reshetnikov S. [Ecology and Systematics whitefish]. Moscow: Nauka, 1980. 301 p. (In Russ.)
31. Mayr E. [Zoological species and evolution]. Moscow: Mir, 1968. 597 p. (In Russ.)
32. Amstislavsky A.Z. Ivanov Y.N. [About hybrid between Arctic sea whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) and peled *Coregonus peled* (Gmelin) the lower reaches of the river Ob]. Biology and productivity of aquatic organisms. Tr. Inst ecology of plants and animals. Sverdlovsk. 1970. V. 72. P. 52–55. (In Russ.)
33. Shishmarev V.M. [Features hybrids between whitefish-Pyzhyanov and peled in the basin. North Sosva]. Patterns of growth and morphological features of fish in different conditions of existence]. Tr. Inst ecology of plants and animals. Sverdlovsk. 1976. V. 99. P. 23–26. (In Russ.)
34. Pavlov A.F. [Intraspecific differentiation and ways of using the reserves of some whitefish Ob basin]. Abstract. Dis. ... Cand. biol. Sciences. Leningrad, 1981. 20 p. (In Russ.)

Об авторах

Матковский Андрей Константинович,
кандидат биологических наук, заведующий от-
делом эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 48-60-95; ecology@gosrc.ru

Семенченко Сергей Михайлович,
кандидат биологических наук,
заведующий отделом воспроизводства
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-69-13; SemSM07@yandex.ru

Степанов Сергей Иванович,
старший научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Терентьев Игорь Анатольевич,
научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

About the authors

Matkovsky Andrey K.,
Candidate of Biological Sciences, head of depart-
ment of ecology and raw materials research
FSBSI "State Scientific-and-Production Center
of Fishery"
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 48-60-95; ecology@gosrc.ru

Semenchenko Sergey M.,
Candidate of Biological Sciences,
Head of the Department of Reproduction
FSBSI "State Scientific-and-Production Center
of Fishery"
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-69-13; SemSM07@yandex.ru

Stepanov Sergey I.,
Senior Researcher
Department environmental-commodities research
FSBSI "State Scientific-and-Production Center
of Fishery"
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Terentyev Igor A.,
Researcher
Department environmental-commodities research
FSBSI "State Scientific-and-Production Center
of Fishery"
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Кочетков Павел Александрович,
старший научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Уварова Валентина Ивановна,
заведующий сектором гидрохимических иссле-
дований отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Степанова Вера Борисовна,
старший научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-58-10; ecology@gosrc.ru

Корицунов Александр Викторович,
научный сотрудник отдела
эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Савчук Петр Юрьевич,
младший научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Таскаев Александр Сергеевич,
младший научный сотрудник
отдела эколого-сырьевых исследований
ФГБНУ «Государственный научно-производ-
ственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Kochetkov Pavel A.,
Senior Researcher
Department environmental-commodities research
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Uvarova Valentina I.,
Head of the Department of Research hydrochemical
environmental-commodities research
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of isherly”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Stepanova Vera B.,
Senior researcher of the department of ecological
and raw materials researches
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-58-10; ecology@gosrc.ru

Korshunov Alexander V.,
Researcher at the Department
eco-commodity research
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Savchuk Peter Y.,
Junior Researcher
Department environmental-commodities research
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru

Taskaev Alexander S.,
Junior Researcher
Department environmental-commodities research
FSBSI “State Scientific-and-Production Center
of Fishery”
625023, Russia, Tyumen, Odesskaya str., 33
(3452) 41-57-98; ecology@gosrc.ru