

ПРОМЫСЕЛ И ОЦЕНКА ЗАПАСА СИБИРСКОЙ РЯПУШКИ *COREGONUS SARDINELLA* (*COREGONIDAE*) В ГЫДАНСКОМ БАССЕЙНЕ

© 2023 г. П.Ю. Савчук¹, В.Е. Тунев^{1, 2}

1 – Тюменский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (Госрыбцентр), Россия, Тюмень, 625023

2 – Государственный аграрный университет Северного Зауралья,

Россия, Тюмень, 625003

E-mail: petr.savchuk88@mail.ru

Поступила в редакцию 25.04.2023 г.

В работе приводится информация о многолетнем вылове и структуре промысла сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в Гыданском бассейне. Дана краткая современная биологическая характеристика рассматриваемого вида. С использованием модели CMSY получены оценки величины запаса сибирской ряпушки и определены ориентиры управления её промыслом. Модельные значения биомассы оказались близкими с результатами исследований 1980-х гг. На основе полученных данных сделан вывод о высокой численности сибирской ряпушки в рассматриваемом бассейне. Предложены прогнозные сценарии дальнейшего управления её промыслом.

Ключевые слова: сибирская ряпушка, *Coregonus sardinella*, Гыданская губа, река Юрибей, река Гыда, рыбный промысел, оценка величины запаса.

ВВЕДЕНИЕ

В водных объектах бассейна Гыданской губы (залив Карского моря) обитает 22 вида и подвида рыб (Попов, 2011), дополнительно в осолонённой части эстуария может встречаться порядка 13 видов рыб, заходящих из прибрежной акватории Карского моря (Экология рыб..., 2006). Ядро ихтиоценоза состоит из представителей семейства сиговых рыб, наиболее численно представленным видом является сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* (Бурмакин, 1938).

Географическое расположение бассейна и суровые климатические условия Арктики препятствуют проведению научных исследований, в результате чего ихтиофауна Гыданского бассейна слабо изучена. Большинство проводимых ихтиологических исследований рассматриваемой территории были направлены

на изучение и описание биологических особенностей рыбных ресурсов и не затрагивали оценки величины их запасов. Вследствие этого, современное регулирование рыбного промысла в Гыданском бассейне, зачастую, опирается на исследования 30–70-х гг. прошлого столетия, либо экспертное суждение и опросные сведения, полученные от местного населения.

В сложившихся условиях дефицита биолого-промысловой информации о ихтиофауне рассматриваемого бассейна, актуальным остаётся определение численности рыбных запасов и разработка мер по их дальнейшей рациональной эксплуатации, в первую очередь это касается наиболее массово представленного вида – сибирской ряпушки. В последние годы решению данных вопросов способствует организация Тюменским

филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр») ежегодных ихтиологических исследований в Гыданском бассейне.

Цель исследования – оценить запас сибирской ряпушки в Гыданском бассейне и разработать стратегию её промысла. Для реализации поставленной цели ставились следующие задачи: охарактеризовать структуру промысла и динамику вылова сибирской ряпушки в Гыданском бассейне; используя современные методы математического популяционного моделирования оценить величину запаса рассматриваемого вида; опираясь на результаты проведённых расчётов разработать стратегию её дальнейшего промысла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Биологическая и промысловая информация, используемая для определения величины запаса и прогноза вылова сибирской ряпушки, в водных объектах Гыданского бассейна, включает в себя:

- непрерывный ряд данных о ежегодном вылове с 1943 г.;
- отрывочные материалы о биологии вида включающие собственные наблюдения, фондовые и литературные материалы (Бурмакин, 1938, 1941; Вышегородцев, 1973, 1977);
- эпизодические сведения о интенсивности промысла, выраженные в количестве рыбаков и вылове на рыбака, осуществляющих рыболовство в бассейне, начиная с 1943 г., с 2009 г. данные сведения носят непрерывный характер (рис. 1).

Структура входной информации предполагает использование продукционных моделей (Бабаян и др., 2018).

Предварительным критерием применимости индексов интенсивности промысла является отрицательная корреляция усилия (численность рыбаков) с выловом на усилие (вылов на рыба-

ка) (Бабаян и др., 2018). Несмотря на то, что данные показатели имеют отрицательную связь, она крайне слаба ($R = -0,311 \pm 0,139$), а для данных с 2009 г. отсутствует ($R = -0,108 \pm 0,147$). Очевидно, что в силу зашумлённости численности рыбаков, как показателя интенсивности промысла, необходима дополнительная стандартизация. Однако её проведение вызывает сложности, поскольку при промысле сибирской ряпушки используются различные типы и конструкции орудий лова (закидные невода, ставные сети, ловушки и т.д.) количество и вовлечённость в промысел которых неизвестно. Соответственно, оценить численность рыболовного персонала осуществляющего промысел именно данного вида затруднительно.

Вследствие этого, проводимые в последние годы оценки величины запаса сибирской ряпушки с применением продукционных моделей, зачастую давали противоречивые результаты. В частности, по материалам 2020 и 2021 гг. оценки величины биомассы на прогнозируемый 2022 г. составляли 3,5 и 1,0 тыс. т соответственно, изменяясь более чем в три раза. Очевидно, что данные различия, при схожей промысловой нагрузке и стабильном состоянии экосистемы, вызваны зашумлённостью входной информации.

Таким образом, к проблематике определения величины запаса исследуемого вида можно отнести отсутствие непрерывной информации о возрастной структуре и низкое качество используемых индексов интенсивности рыбного лова, в особенности в современный период. Соответственно, структура и качество информационного обеспечения позволяет с осторожностью использовать продукционные модели, либо применять эмпирические, трендовые, индикаторные и другие приближённые ме-

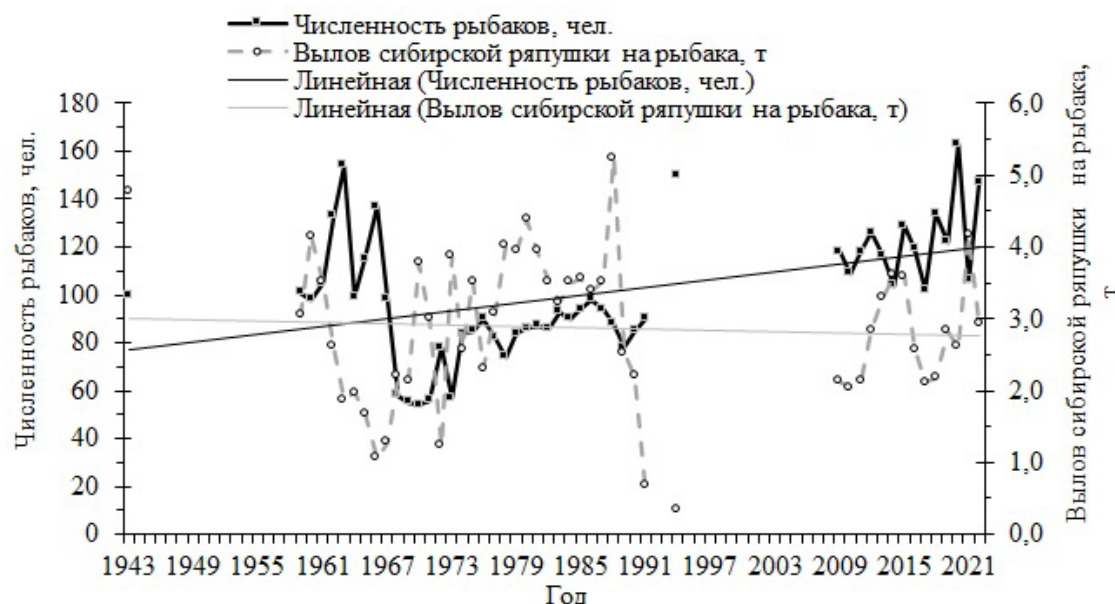


Рис. 1. Показатели интенсивности рыбного промысла в Гыданском бассейне.

тоды, используемые в случае дефицита входной информации, одним из которых является CMSY (Froese et al., 2017) нашедшим применение в отечественных исследованиях (Жердев и др., 2020; Козоброд, Пятинский, 2021; Козоброд, и др., 2022; Пятинский, 2021; Чередников и др., 2021).

Входными данными для модели CMSY являются непрерывный ряд вылова и сведения о биологической популяционной продуктивности вида согласно классификации предложенной J.A. Musick (табл. 1) (Froese et al., 2017; Musick, 1999).

Скорость линейного роста (K) определялась исходя из параметров уравнения Берталанфи (Шибяев, 2015):

$$L_{t_i} = L_{\infty} \times (1 - e^{-K \times (t_i - t_0)}), \quad (1)$$

где L – длина особи, см; t_i – индекс возрастной группы, лет; L_{∞} – предельная длина, см; K – скорость линейного роста, год⁻¹; t_0 – начальный возраст, лет.

Используя параметры уравнения Берталанфи и биологические сведения, оценивалась продолжительность жизни:

$$t_{\infty} = \frac{\ln(L_{\infty}) - \ln(L_{\infty} - L)}{K}, \quad (2)$$

Таблица 1. Соотношение биологических показателей с продуктивностью популяций рыб

Показатель	Продуктивность			
	Высокая	Средняя	Низкая	Очень низкая
г, год ⁻¹	>0,50	0,16–0,50	0,05–0,15	<0,05
Скорость линейного роста (K) уравнения Берталанфи, год ⁻¹	>0,30	0,16–0,30	0,05–0,15	<0,05
Плодовитость, рекрутов на производителя, год ⁻¹	>10000	100–1000	10–100	<10
Возраст полового созревания, лет	<1	2–4	5–10	>10
Продолжительность жизни, лет	1–3	4–10	11–30	>30

где t_{∞} – предельный возраст, лет; \bar{L} – средняя длина, см.

В основе реализации модели CMSY используется продукционная модель Шефера (Froese et al., 2017):

$$B_{t+1} = B_t + r \times \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) \times B_t - C_t, \quad (3)$$

где B – биомасса запаса, т; t – индекс года; r – показатель мгновенного популяционного роста, год⁻¹; k – показатель ёмкости среды, т; C – годовой вылов, т.

Параметры r и k определялись в ходе имитационного моделирования методом Монте-Карло. Пара r - k считалась «жизнеспособной», если прогнозируемая биомасса принимала положительное значение и была сопоставима с предварительным диапазоном значений биомасс в начале и конце временного ряда. Распределение жизнеспособных r - k пар представляет собой треугольное облако точек, вершиной которого и являются оптимальные параметры r и k (Froese et al., 2017).

Кроме определения значений биомассы находятся показатели действительной промысловой смертности и ориентиры управления запасом:

$$\varphi F_t = \frac{C_t}{B_t}, \quad (4)$$

где φF – действительная промысловая смертность, доля в диапазоне от 0,0 до 1,0.

$$B_{MSY} = 0,5 \times k, \quad (5)$$

где B_{MSY} – биомасса запаса позволяющая получать максимально устойчивый вылов, т.

$$B_{lim} = 0,5 \times B_{MSY}, \quad (6)$$

где B_{lim} – граничное значение биомассы, указывающее на подрыв запаса, т.

$$\varphi F_{MSY} = 0,5 \times r, \quad (7)$$

где φF_{MSY} – оптимальная промысловая смертность при BMSY, доля в диапазоне от 0,0 до 1,0.

$$MSY = \frac{r \times k}{4}, \quad (8)$$

где MSY – максимально устойчивый вылов, т.

За основу реализации модели CMSY использовалась работа М.М. Пятинского (2021). Алгоритм настройки и работы модели опубликованы в репозитории автора: <https://bitbucket.org/model-examples/cmsy/src/master/>. Расчёты выполнены в программной среде R и Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Промысел. Согласно имеющимся фондовым материалам, промышленное освоение рыбных запасов в Гыданском бассейне началось в 1930 г. с образования АО «Комсевморпуть» фактории в 18 км от устья р. Юрибей. На базе фактории в 1953 г. был образован Гыданский рыбзавод, который в 2004 г. из-за экономической нестабильности перестал существовать. На активах предприятия организовано ООО ГСХП «Гыдаагро» осуществляющее промышленное рыболовство в Гыданском бассейне в настоящее время (Русяев, 2018). Кроме этого, в регионе развит традиционный рыбный промысел коренных малочисленных народов Севера (КМНС).

В промышленное рыболовство Гыданского бассейна вовлечено до 14 видов рыб, при этом основу вылова, порядка 83%, составляют представители семейства сиговых: арктический омуль, пелядь, сиг-пыжьян, чир и сибирская ряпушка. Последняя является основным объектом рыбной добычи поскольку, в среднем, на её долю приходится более половины (54%) годового вылова.

К 1932 г. вылов рыбы в бассейне достигал 100,0 т, а к 1937 г. увеличился до 340,0 т. По имеющимся данным максимальный вылов в 951,5 т зафиксирован в 1943 г., минимальный 68,3 т в 1995 г. Стабильно высокие уловы наблюдались в 80-е гг. прошлого столетия, когда в среднем добывалось 634,5 т, в последние несколько лет данный показатель равняется 601,4 т. Сравнение видовой структуры вылова этих двух периодов (рис. 2) выявило существенные различия. Так при схожем среднемноголетнем вылове произошло значительное увеличение доли сибирской ряпушки в уловах. Данное изменение связано как с увеличением рыболовного флота и морозильного оборудования на фактории «Юрибей» (Русяев, 2018), так и со снижением вылова арктического омуля, чира и частиковой ихтиофауны (налим, обыкновенная щука) (рис. 2), вылов которых требует больших трудозатрат.

Основными орудиями лова сибирской ряпушки в регионе являются закидные невода, ловушки и мелкочейные ставные сети. По имеющимся данным, максимальный вылов вида в бассейне – 476,8 т зафиксирован в 1943 г., мини-

мальный – 38,0 т в 1995 г. (рис. 3), среднемноголетний вылов составляет 240,2 т.

Динамика вылова сибирской ряпушки в Гыданском бассейне (рис. 3) в целом отражает развитие рыбного промысла в Ямало-Ненецком автономном округе. Так после высоких уловов 40-х гг. прошлого столетия, когда лимитирование вылова рыбы практически отсутствовало, наступил период спада уловов, продлившийся до середины 50-х гг. Последующие годы вплоть до первой половины 1960-х гг. рыболовство в Гыданском бассейне, как и в регионе в целом, активно развивалось. Сокращение вылова в 60–70-х гг. прошлого столетия связано с общей тенденцией снижения интенсивности промысла на Ямале. Следующий период интенсификации рыбного промысла приходится на 1970–1980 гг., тогда в среднем добывалось порядка 300 т ряпушки. Экономический спад 1990-х гг. привёл к деградации рыбного промысла, в данное десятилетие отмечаются минимальные уловы. Стабилизация экономического развития страны вернула интерес к добыче рыбы в регионе, что позволило увеличить интенсивность промысла до уровня 40-х гг. прошлого столетия.

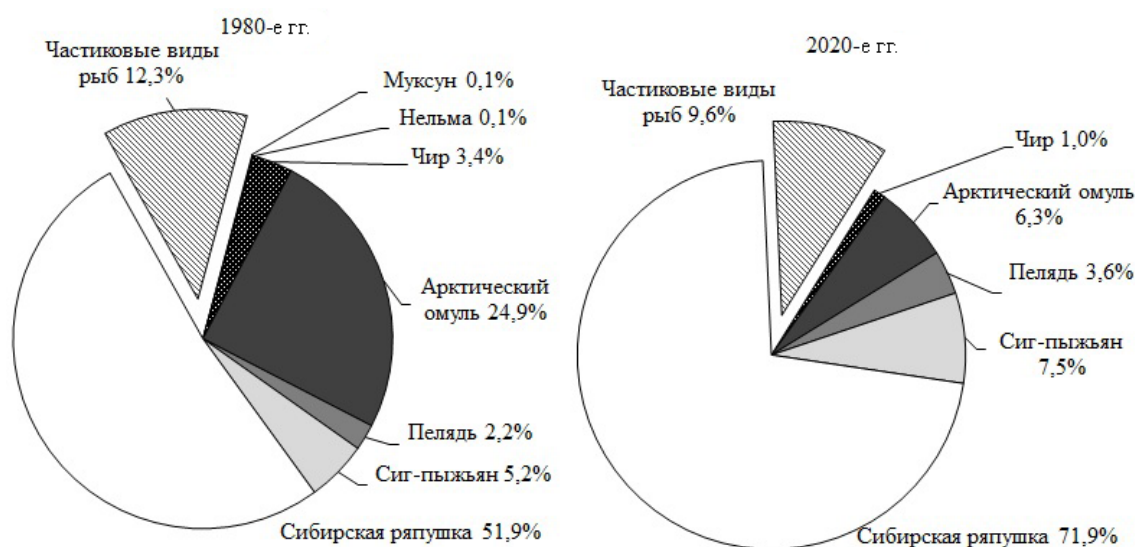


Рис. 2. Структура рыбного промысла в Гыданском бассейне.

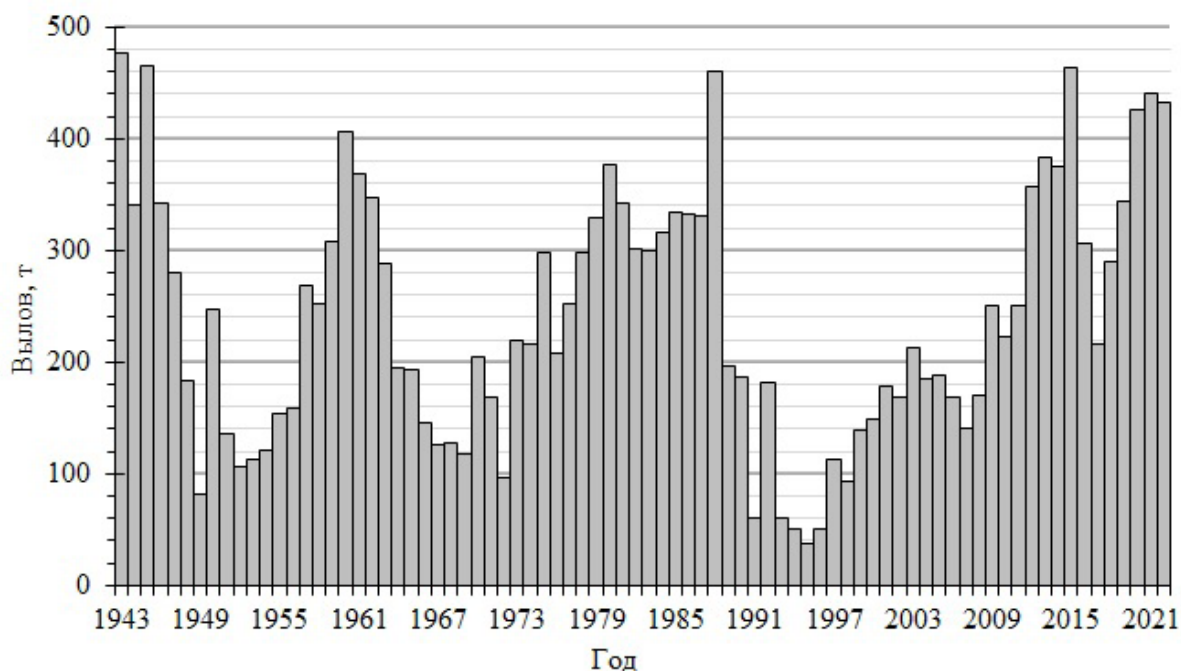


Рис. 3. Динамика вылова сибирской ряпушки в Гыданском бассейне.

Таблица 2. Средний вылов сибирской ряпушки в Гыданском бассейне, 2013–2022 гг.

Водный объект	Вылов, т
р. Юрибей	303,4
р. Няву-Яха – р. Гыда	14,6
Гыданский залив	14,1
р. Нгынянгсёяха	3,6
р. Лумбодаяха	2,7
р. Нейтаяха	2,0
р. Яро-Яха	1,1
В целом	341,5

В последнее десятилетие вылов сибирской ряпушки в Гыданском бассейне, в среднем, составляет 341,5 т (табл. 2) с наметившейся тенденцией дальнейшего увеличения.

Согласно рыбопромысловой отчетности, освоение сибирской ряпушки в Гыданском бассейне, как правило, начинается в июле и продолжается до конца года, при этом до 90% вылова приходится на сентябрь-октябрь. Основным

местом промысла вида в регионе является р. Юрибей, в которой добывается до 89,4% сибирской ряпушки. Остальной объём приходится на Гыданский залив, р. Гыда и её приток р. Няву-Яха и следующие реки: Нгынянгсёяха, Лумбодаяха, Нейтаяха, Яро-Яха (табл. 2).

Оценка величины запаса. Основной настройкой входных параметров модели CMSY являлось определение биологической популяционной продуктивности запаса согласно классификации предложенной J.A. Musick (1999) (табл. 1).

В ходе экспедиционных ихтиологических исследований в 2021 г. получены биологические сведения о сибирской ряпушке из р. Юрибей. Возрастной состав был представлен семью возрастными группами от четырёх- до десятилеток, доминировали семи-восьмилетки. Выборка была представлена особями с промысловой длиной тела от 17,3 до 25,5 см и массой тела от 50,0 до 170,0 г. Основные биологические параметры отражены в таблице 3. Половой зрелости сибирская ряпушка в Гыданском бассейне

Таблица 3. Размерно-возрастная характеристика сибирской ряпушки, р. Юрибей, Гыданский бассейн, неводной лов, сентябрь 2021 г.

Возраст, лет	Распределение, %	Промысловая длина, см		Масса, г	
		Средняя \pm ошибка	Диапазон	Средняя \pm ошибка	Диапазон
3+	1,9	18,6 \pm 1,30	17,3–19,9	72,5 \pm 3,50	69,0–76,0
4+	16,0	20,4 \pm 0,30	18,0–22,4	84,0 \pm 3,87	50,0–119,0
5+	33,0	20,9 \pm 0,23	19,0–23,5	94,1 \pm 3,36	56,0–128,0
6+	28,3	22,3 \pm 0,23	20,0–24,9	112,2 \pm 3,98	78,0–151,0
7+	14,2	23,6 \pm 0,33	20,3–25,5	124,4 \pm 7,13	70,0–170,0
8+	3,8	24,0 \pm 0,21	23,5–24,3	136,3 \pm 10,14	106,0–149,0
9+	2,8	24,9 \pm 0,42	24,1–25,4	153,0 \pm 4,51	144,0–158,0
В целом	100,0	21,8 \pm 0,18	17,3–25,5	104,7 \pm 2,60	50,0–170,0
Объем выборки, экз.	106				

достигает в возрасте 3+–6+ (Вышего-родцев, 1973).

Согласно уравнению 1 и, исходя из имеющейся биологической информации (табл. 3), определены параметры линейного роста уравнения Берталанфи:

$$L_t = 28,5 \times (1 - e^{-0,17 \times (t - (-3,30))}), \quad (9)$$

При полученных параметрах уравнения Берталанфи (уравнение 9) и имеющихся биологических сведениях (табл. 3) продолжительность жизни, согласно уравнению 2, составила девять лет:

$$t_{\infty} = \frac{\ln(28,5) - \ln(28,5 - 21,8)}{0,17} = 9, \quad (10)$$

Таким образом, в соответствии с классификацией J.A. Musick (1999) (табл. 1), сибирской ряпушке Гыданского бассейна соответствует средняя популяционная продуктивность.

В процессе реализации модели CMSY определены оптимальные значения r и k , граничный ориентир B_{lim} , целевые ориентиры: B_{MSY} , ϕF_{MSY} и MSY (табл. 4), а так же значения биомассы запаса (рис. 4).

Таблица 4. Оптимальные параметры r/k пары и ориентиры управления промыслом запаса сибирской ряпушки в Гыданском бассейне

Показатель	Значение	95% доверительный интервал
r	0,566	0,407–0,785
k	2932,444	1633,252–5265,096
B_{MSY}	1466,222	816,626–2632,548
B_{lim}	733,111	408,313–1316,274
ϕF_{MSY}	0,283	0,204–0,392
MSY	414,593	250,278–686,786

В динамике биомассы сибирской ряпушки Гыданского бассейна отмечаются значительные колебания (рис. 4), вызванные, по нашему мнению, изменением промысловой нагрузки ($R = -0,619 \pm 0,092$, при $P > 0,95$). Средняя величина биомассы за исследуемый период составила 2,34 тыс. т. Минимальные значения – 1,80 тыс. т характерны для второй половины 40-х гг. прошлого столетия в период максимального вылова (рис. 4). Наибольшая биомасса стада в 2,80 тыс. т отмечалась во второй половине 90-х гг. прошлого столетия. Необ-

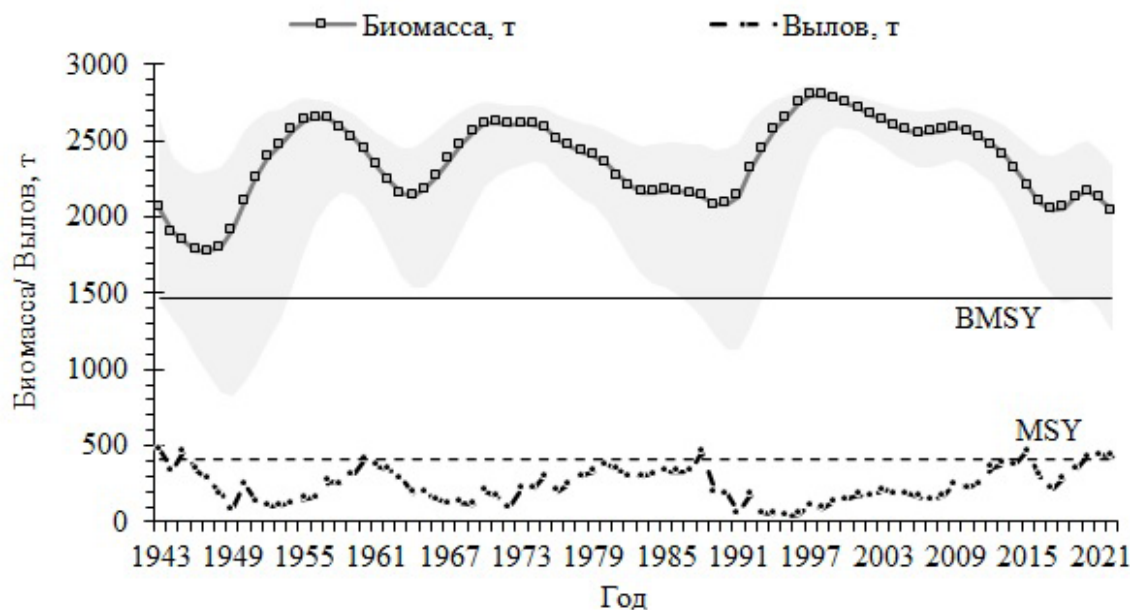


Рис. 4. Динамика биомассы и вылова, целевые ориентиры управления промыслом сибирской ряпушки в Гыданском бассейне.

ходимо отметить, что с данного периода наблюдается устойчивый тренд снижения биомассы запаса, вызванный возрастанием промысловой нагрузки ($R = -0,745 \pm 0,142$, при $P > 0,95$). Величина запаса в терминальный год оценивается в 2,01 тыс. т.

В целом полученные в ходе реализации модели CMSY, значения биомассы сибирской ряпушки находятся выше целевого ориентира BMSY (рис. 4), что в концепции предосторожного подхода подразумевает высокую численность запаса.

В результате экспедиционных исследований по поиску зимних промысловых скоплений сибирской ряпушки в Гыданской губе, проводимых сотрудниками СибрыбНИИпроекта в 1983 г., была определена промысловая величина запаса данного вида, которая составила 1970 т. По нашим расчётам биомасса сибирской ряпушки в аналогичный год равнялась 2164 т. Полученные оценки оказались достаточно близки, с разницей в 9%. В целом, исходя из схо-

жести значений биомассы, полученных разными методами, можно судить о надёжности оценок модели CMSY.

Разработка мер по рациональной промысловой эксплуатации запаса. Регулирование рыболовства сибирской ряпушки в Обь-Иртышском рыбохозяйственном районе осуществляется посредством установления рекомендованного вылова (далее – РВ) с двухгодичной заблаговременностью. Освоение РВ сибирской ряпушки в Гыданском бассейне находится на высоком уровне, с периодическим 100% превышением (табл. 5).

До 2011 г. РВ сибирской ряпушки в Гыданском бассейне определялся по исследованиям советских времён и оценивался в 300,0 т. В результате научных работ по определению рыбопродуктивности бух. Халмер-Вонга Гыданской губы, проведённых сотрудниками ФГУП «Госрыбцентр» в 2011 г., величина РВ была увеличена до 400,0 т и этот объём пролонгировался до 2017 г. В последующем определение величины вылова осущест-

Таблица 5. Освоение РВ сибирской ряпушки в Гыданском бассейне

Год определения РВ/год промысла	Объём РВ, т	Вылов, т	Освоение РВ, %
2003/2005	300,0	188,7	62,9
2004/2006	300,0	169,1	56,4
2005/2007	300,0	140,2	46,7
2006/2008	300,0	169,7	56,6
2007/2009	300,0	250,0	83,3
2008/2010	300,0	222,9	74,3
2009/2011	300,0	250,0	83,3
2010/2012	300,0	357,9	119,3
2011/2013	400,0	383,0	95,8
2012/2014	400,0	375,1	93,8
2013/2015	400,0	463,2	115,8
2014/2016	400,0	306,7	76,7
2015/2017	400,0	216,2	54,1
2016/2018	400,0	289,5	72,4
2017/2019	400,0	344,6	86,2
2018/2020	411,0	425,7	103,6
2019/2021	413,0	440,3	106,6
2020/2022	429,0	432,1	100,7
2021/2023	450,0	–	–
В среднем	363,3	301,4	82,7

вляется с использованием рекомендованных продукционных моделей (Бабаян и др., 2018), при этом прослеживалась тенденция увеличения объёма РВ до 450,0 т к 2023 г. (табл. 5). Однако, как уже говорилось выше, используемые в настройке данных моделей индексы интенсивности промысла имеют низкое качество, что зачастую приводило к ненадёжным оценкам величины запаса.

Определённая в ходе реализации модели CMSY промысловая нагрузка в виде действительного коэффициента промысловой смертности изменялась в диапазоне 0,014–0,256 (рис. 5), в среднем составила – 0,107. Современная промысловая смертность в два раза превышает среднюю, но ниже целевой (0,283), что

подразумевает под собой недостаточную эксплуатацию запаса и возможный потенциал к её увеличению.

Для определения последующей стратегии промысловой эксплуатации запаса сибирской ряпушки в Гыданском бассейне разработано несколько сценариев управления промыслом:

– *1 сценарий*. Ежегодное промысловое изъятие на уровне MSY, т.е. на уровне 414,6 т;

– *2 сценарий*. Предосторожный подход с использованием трёхрежимной схемы правила регулирования промысла (ПРП) (Бабаян, 2000). В соответствии с определёнными граничным и целевыми ориентирами (табл. 4) разработана схема ПРП (рис. 6), где:

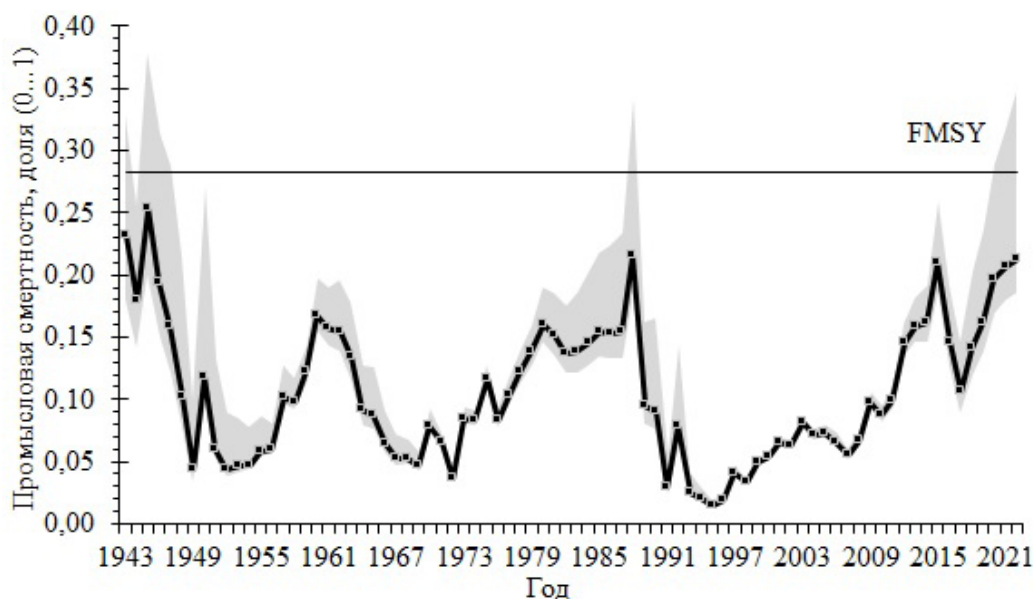


Рис. 5. Динамика действительной промысловой смертности сибирской ряпушки в Гыданском бассейне.

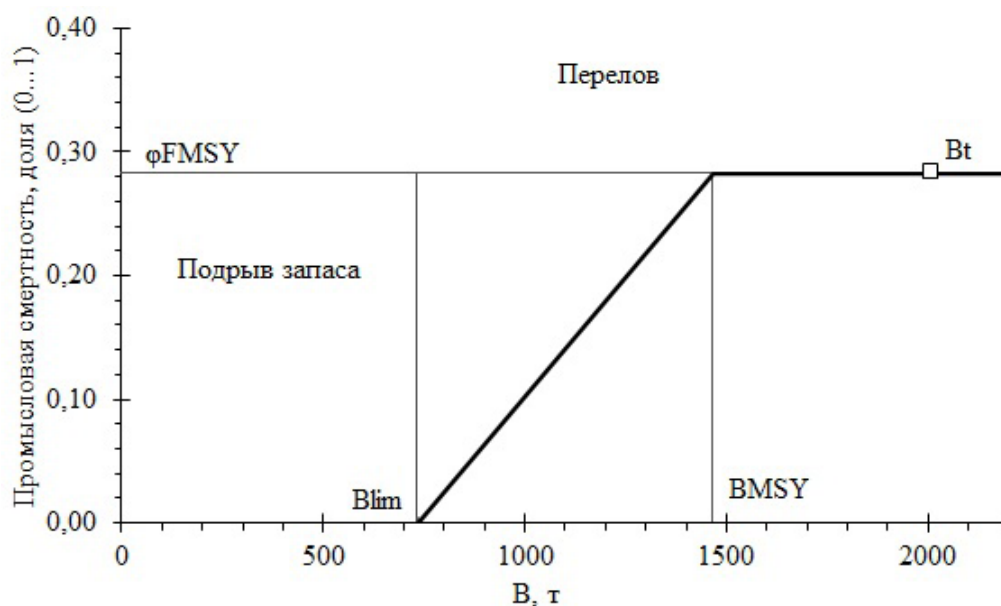


Рис. 6. Правило регулирования промысла сибирской ряпушки в Гыданском бассейне.

– при условии подорванного запаса вводится полный запрет промысла $0 \leq B_t \leq B_{lim}$:

$$\varphi F_{rec} = 0, \quad (11)$$

– при условии нахождения запаса между граничным ориентиром B_{lim} и целевым B_{MSY} ($B_{lim} \leq B_t \leq B_{MSY}$):

$$\varphi F_{rec} = \varphi F_{MSY} \times \frac{B_t - B_{lim}}{B_{MSY} - B_{lim}}, \quad (12)$$

– при условии превышения запасом целевого ориентира B_{MSY} ($B_t \geq B_{MSY}$):

$$\varphi F_{rec} = \varphi F_{MSY} = const, \quad (13)$$

– 3 сценарий. Эксплуатация запаса на уровне текущей оценки РВ, т.е. на

уровне 450 т (табл. 5), до достижения целевых ориентиров и последующее использование концепции предосторожного подхода.

При реализации предложенных сценариев освоение установленного РВ принимается за 100%. Результаты расчётов сценариев в долгосрочной перспективе отражены на рисунке 7 и в таблице 6.

Эксплуатация запаса по первому сценарию с ежегодным промысловым изъятием на уровне MSY снизит биомассу на прогнозном интервале с 1940,4 до 1632,4 т (табл. 6). Реализация данного сценария не приведёт к сокращению биомассы и возрастанию промысловой интенсивности до целевых ориентиров, т.е. с точки зрения сохранения запаса является самой безопасной (рис. 7).

Поскольку стартовое значение биомассы в 2023 г. (табл. 6) выше $BMSY$, то при реализации второго сценария необходимо применять третий режим ПРП (уравнение 13). В соответствии с предлагаемой концепцией предосторожного

подхода величина РВ в 2024 г. составит 548,7 т, что подразумевает увеличение промысловой нагрузки на 18% в краткосрочной перспективе. Последующая эксплуатация запаса в рамках предложенной схемы ПРП приведёт к достижению целевых ориентиров на рассматриваемом прогнозном горизонте. В сравнении с предыдущим сценарием использование предосторожного подхода экономически более целесообразно, поскольку позволяет получить 399 т дополнительного вылова (табл. 6), при этом в долгосрочной перспективе запас достигнет целевых ориентиров.

При реализации последнего сценария в диапазоне 2031–2033 гг. наблюдается незначительный перелов $\phi F=0,288-0,302$, при допустимом значении 0,283. Биомасса запаса достигнет целевого значения к 2033 г. (табл. 6), соответственно последующая эксплуатация задавалась в соответствии со вторым (уравнение 12) и третьим (уравнение 13) режимами ПРП второго сце-

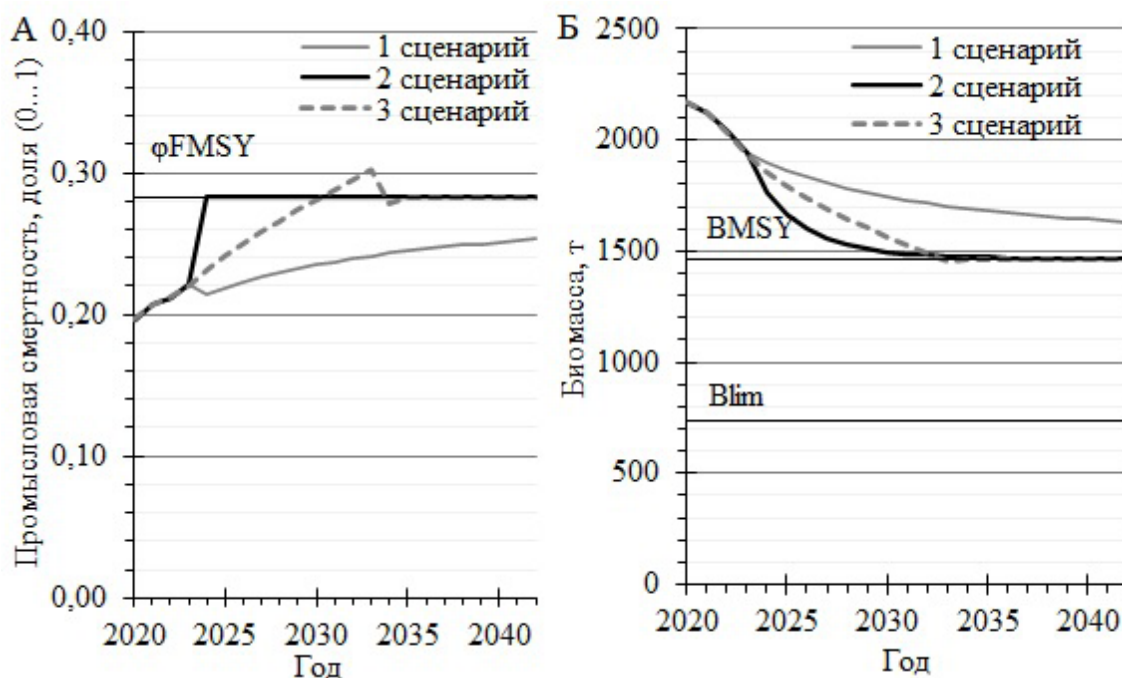


Рис. 7. Прогноз динамики действительной промысловой смертности (А) и биомассы (Б) сибирской ряпушки в Гыданском бассейне.

Таблица 6. Долгосрочный прогноз биомассы и РВ сибирской ряпушки в Гыданском бассейне

Год/показатель	1 сценарий		2 сценарий		3 сценарий	
	РВ, т	Биомасса, т	РВ, т	Биомасса, т	РВ, т	Биомасса, т
2023	450,0	1940,4	450,0	1940,4	450,0	1940,4
2024	414,6	1897,0	548,7	1762,9	450,0	1861,6
2025	414,6	1861,2	498,5	1662,0	450,0	1796,0
2026	414,6	1831,1	470,0	1599,2	450,0	1739,7
2027	414,6	1805,4	452,2	1558,2	450,0	1689,8
2028	414,6	1783,2	440,6	1530,6	450,0	1644,8
2029	414,6	1763,8	432,8	1511,6	450,0	1603,2
2030	414,6	1746,8	427,4	1498,4	450,0	1562,2
2031	414,6	1731,6	423,7	1489,0	450,0	1526,9
2032	414,6	1718,0	421,0	1482,5	450,0	1490,8
2033	414,6	1703,8	419,2	1477,9	450,0	1455,3
2034	414,6	1692,9	417,9	1474,5	405,4	1464,5
2035	414,6	1683,0	416,9	1472,2	413,1	1466,0
2036	414,6	1673,9	416,3	1470,5	414,4	1466,2
2037	414,6	1665,6	415,8	1469,3	414,6	1466,2
2038	414,6	1657,9	415,5	1468,4	414,6	1466,1
2039	414,6	1650,8	415,2	1467,8	414,6	1466,1
2040	414,6	1644,2	415,0	1467,4	414,6	1466,1
2041	414,6	1638,1	414,9	1467,1	414,6	1466,1
2042	414,6	1632,4	414,8	1466,9	414,6	1466,1
Δ 1–2, Δ 1–3	–	–	+399,0	-165,5	+343,1	-166,3

нария. С точки зрения сохранения ресурса данный сценарий оправдан менее первого, так как приведёт к дополнительному сокращению биомассы запаса на 166,3 т, а с точки зрения экономической целесообразности менее эффективен второго сценария, поскольку позволит получить на 55,9 т меньше вылова (табл. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сибирская ряпушка, в водных объектах Гыданского бассейна, является основным объектом вылова и в последние годы составляет 71,9% от общего улова.

По результатам популяционного моделирования определена оптимальная величина запаса сибирской ряпушки в Гыданском бассейне, которая оценивается в 1,466 тыс. т, что при допустимой промысловой нагрузке 0,283 составляет 414,593 т вылова. Текущая величина запаса сибирской ряпушки выше целевого значения, что позволяет увеличить вылов данного вида.

Предложено несколько долгосрочных сценариев управления запасом: как наиболее щадящий, со снижением текущего вылова до величины MSY , так и наиболее эффективный с возможностью

существенного увеличения промысловой нагрузки в краткосрочной перспективе. Недоиспользование запасов столь же нежелательно, как и чрезмерная эксплуатация, соответственно применение предосторожного подхода в оценке РВ сибирской ряпушки в Гыданском бассейне является наиболее рациональным. При его реализации промысловая нагрузка будет оптимальной, а биомасса запаса в долгосрочной перспективе достигнет целевого значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: Изд-во ВНИРО, 2000. 192 с.
- Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. и др. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО, 2018. 312 с.
- Бурмакин Е.В. Состав ихтиофауны бассейна Гыданского залива // Проблемы Арктики. Ленинград: Морской трансп., 1938. Вып. 3. С. 93–97.
- Бурмакин Е.В. Рыболовство в системе Гыданского залива // Труды НИИ полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. 1941. Вып. 15. С. 118–139.
- Вышегородцев А.А. Сиговые бассейна реки Юрибей (Гыданский полуостров): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск: ТГУ, 1973. 21 с.
- Вышегородцев А.А. Сибирская ряпушка *Coregonus albula sardinella* (Valenciennes) реки Юрибей (бассейн Гыданского залива) // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 17. Вып. 1 (102). С. 17–26.
- Жердев Н.А., Пятинский М.М., Козоброд И.Д. Многолетняя динамика состояния запаса тарани по результатам моделирования CMSY с ограниченными данными (1999–2019) в Азовском море (воды России) // Рыбн. хозяйство. 2020. № 6. С. 88–94.
- Козоброд И.Д., Пятинский М.М. Предварительные результаты моделирования динамики запаса сельди в Азово-Черноморском бассейне при недостатке информации (2007–2020 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2021. Т. 1. № 6. С. 34–39.
- Козоброд И.Д., Пятинский М.М., Рыбаков И.В. Моделирование запаса проходной черноморско-азовской сельди в условиях низкой информационной обеспеченности (2004–2020 годы) // Рыбн. хозяйство. 2022. № 1. С. 55–63.
- Попов П.А. Характеристика ихтиофауны водоёмов Гыданского полуострова // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2011. № 3 (15). С. 127–138.
- Пятинский М.М. Моделирование динамики промысловой популяции в условиях недостаточности информационного обеспечения моделью CMSY на примере черноморского шпрота в водах России // Рыбн. хозяйство. 2021. Вып. 3. С. 76–82.
- Русяев С.М. Об устойчивости аборигенного рыболовства в Арктике: пример общины посёлка Гыда (ЯНАО) // Рыбн. хозяйство. 2018. № 3. С. 53–57.
- Чередников С.Ю., Пятинский М.М., Козоброд И.Д. Многолетняя динамика состояния запаса леща по результатам моделирования CMSY с ограниченными данными (2002–2020 гг.) в Азовском море (воды России) // Водные биоресурсы и среда обитания. 2021. Т. 4. № 2. С. 66–79.
- Шибяев С.В. Практикум по промысловой ихтиологии. Калининград: ООО «Аксиос», 2015. 320 с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / С.Ф. Берендеев, В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова и др. Российская академия наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Тобольская биологическая станция. Москва: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК, 2006. 596 с.
- Froese R, Demirel N, Coro G, Kleisner KM, Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish and Fisheries. 2017. V. 18. N. 3. P. 506–526.
- Musick J.A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes // Fisheries. V. 24. N. 12. P. 6–14.

**FISHING AND STOCK ASSESSMENT OF THE
SIBERIAN CISCO *COREGONUS SARDINELLA*
(COREGONIDAE) IN THE GYDAN BASIN**

P.Yu. Savchuk¹, V.E. Tunev^{1, 2}

*1 – Tyumen branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography, Russia, Tyumen, 625023*

*2 – Northern Trans-Ural State Agricultural University, Russia,
Tyumen, 625003*

This study provides information on the long-term catch and fishing structure of the Sardine cisco *Coregonus sardinella* in the Gydan basin. A brief biological characteristic of the species is presented. Using the population model CMSY estimates of the size of the Siberian grouse stock and guidelines for managing its fishery were obtained. The model values of biomass turned out to be close to the results of studies in the 1980s. Based on the data obtained, a conclusion is made about the high number of siberian cisco in the basin under consideration. Various forecast scenarios for further management of the fishery are proposed.

Key words: Sardine cisco, *Coregonus sardinella*, Gydan gulf, Yuribey River, Gyda River, fishing, estimation of the size of the stock.