

МИНТАЙ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

© 2020 у. О. А. Булатов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ВНИРО), Москва, 107140
E-mail: obulatov@vniro.ru

Поступила в редакцию 3.11.2020 г.

Сравнение пространственного распределения текущих особей минтая, скоплений икры и личинок показало, что они в значительной степени пространственно близки, хотя и прослеживался небольшой дрейф, связанный с течениями. Причина «коллапса» запасов связана с ухудшением условий воспроизводства минтая в открытой части Берингова моря. В пользу этого свидетельствует факт, что, несмотря на незначительную промысловую эксплуатацию минтая в Командорской котловине, запасы после достижения максимума, стали резко сокращаться. В Богословском районе Берингова моря резкое снижение запасов и вылова было связано с недостаточным по численности пополнением промыслового запаса, то есть с естественными причинами. При максимальной исходной численности производителей в 1984 г. отмечалось рекордное количество выметанной икры, однако это не привело к появлению урожайных поколений, тогда как при исходной биомассе нерестовых особей в 1978 г., которая была в 1,5 раза меньше среднего уровня, появилось экстремально урожайное поколение. Сокращение площади района исследований, выполняющихся американскими учеными, привело к получению недостаточно полных данных, поэтому возникла необходимость в проведении широко-масштабной тралово-акустической съемки. На основании анализа изменчивости Тихоокеанской декадной осцилляции сделано предположение о высокой вероятности новой вспышки биомассы минтая Богословского района.

Ключевые слова: открытая часть Берингова моря, минтай, промысел, запасы.

ВВЕДЕНИЕ

Минтай (*Theragra chalcogramma*), обитающий в открытой части Берингова моря (акватория за пределами 1000 метровой изобаты), стал объектом широкомасштабного международного промысла в 1984–1991 гг. В связи с нерегулируемым промыслом и значительными объемами вылова в анклав, достигшими 1,5 млн т, возникла необходимость в определении происхождения данного запаса и регулировании объемов его вылова. В конце XX в. работами отечественных ученых (Булатов, 1987; Шунтов, 1988, 1991) удалось доказать, что основные места размножения связаны с исключительной экономической зоной (ИЭЗ) США, а места

нагула приурочены к ИЭЗ СССР/России. Нерегулируемый промысел привел к осложнениям дипломатических отношений СССР и США с «третьими» странами, интенсивно эксплуатировавшими данный запас (Япония, Польша, Корея, КНР), и подрывающими его нерегулируемым промыслом. Попытки разрешить конфликт увенчались успехом и в 1994 г. всеми странами, ведущими промысел минтая в открытой части Берингова моря, была подписана «Конвенция о Сохранении и Управлении ресурсами минтая в центральной части Берингова моря» (Convention on the Conservation and Management of Pollock Resources in the Central Bering Sea). Мораторий на промысел минтая был при-

нут в 1993 г., еще до принятия Конвенции, и действует до сих пор.

В настоящей работе автор обобщил имеющиеся сведения, включая неопубликованные материалы, с целью воссоздания общей картины этого феномена и сформулировал «рабочую гипотезу» о возможном повторении этого уникального явления в будущем. Далеко не праздным является вопрос: «А не повторится ли вспышка численности минтая открытой части Берингова моря через какое-то количество лет вновь?»

РАЗМНОЖЕНИЕ

Нерестовые особи. Динамика физиологического состояния гонад является общепризнанным критерием сезонной нерестовой активности рыб. Изучение состояния гонад самок позволяет с уверенностью говорить о существовании нереста, если в распоряжении ученых имеются поимки текущих особей. На непосредственную близость к местам нереста минтая указывает присутствие самок с развитием гонад на 5 стадии, то есть когда половые продукты находятся в текущем состоянии.

Материалы, собранные в зимне-весенний период в открытой части Берингова моря, позволили судить не только о динамике зрелости гонад, но и в дальнейшем дали возможность сопоставить их с данными количественного распределения и качественно-

го состава икры, непосредственно учтенной в этот же период на нерестилищах.

Исследования, выполненные в юго-восточной части Алеутской котловины показали, что в первой декаде марта 1984 г. 50% самок находилось в после нерестовом состоянии (стадия развития гонад 6, 6–2), а в третьей декаде марта 1989 г. их доля достигла 89,1%. В апреле 1989–1992 гг. практически все самки завершили нерест (табл. 1). Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимум нереста наступил не позднее первой декады марта, а в конце марта нерестовый сезон был близок к завершению.

Интересными оказались наблюдения, полученные в феврале–марте 1984 г. на научном судне «Новодруцк». Пелагические траления, выполненные над значительными глубинами — более 2000 м, в слое 150–200 м, показали, что доля самок с гонадами в текущем состоянии (5 стадия) недалеко от о. Богослова достигала 67,3%, а в более северном участке — 12,5% (табл. 2).

Максимальный улов нерестовых особей был отмечен 5 марта и составил 120 т/час траления в координатах 53°55' с.ш. 169°57' з.д., в 100 км к западу от о. Богослова, над глубинами 2390 м, в горизонте 150 м, при температуре воды в горизонте лова 3,4 С. Размеры рыб варьировали от 36 до 54 см, составляя в среднем 44,7 см, соотношение полов было близко 1:1. Дальнейшие исследо-

Таблица 1. Стадии зрелости гонад самок минтая в марте–апреле в Богословском районе

Месяц, декада	Год	2	3	4	5	6, 6–2	Икра резорбирована	N, шт
Март 1 декада	1984 г.	н.д.	н.д.	37,5	н.д.	50,0	н.д.	н.д.
Март 3 декада	1989 г.	менее 0,1	4,2	2,7	3,8	89,1	0,2	9935
Апрель	1989 г.	0	0	0	0	95,8	3,5	143
	1990 г.	0	0	2,0	0,6	95,2	0,8	3307
	1992 г.	0	0	0	0	100,0	0	38

Примечание: по данным ТИНРО, ВНИРО; н.д. — нет данных.

Таблица 2. Условия поимки, соотношение полов и состояние самок минтая в уловах в Богословском районе в марте 1984 г.

Координаты	Дата	Горизонт, м	Глубина места, м	Улов, т/час	Самки: самцы	Стадии зрелости, %		
						IV	V	VI, VI–II
55° 15' с.ш. 175° 33' з.д.	10.03.1984	200	2000	8,0	24:76	37,5	12,5	50
53° 55' с.ш. 169° 57' з.д.	05.03.1984	150	2390	120	52:48	5,8	67,3	26,9

вания показали, что максимальные концентрации икры минтая в ихтиопланктонных обловах отмечались в 100 км к северо-востоку от места максимальных концентраций нерестовых особей минтая.

Таким образом, сравнение распределения максимальных уловов текущих самок (67,3%) и максимальной концентрации выметанной икры показало, что хотя они и разобщены, но пространственно близки друг другу. Видимо перед нерестом особи в значительных количествах концентрировались южнее нерестилищ и, достигнув определенного физиологического состояния, совершали миграцию к местам размножения. Следует отметить, что направление миграции минтая совпадало с направлением основного течения.

Пространственное распределение преднерестового минтая в январе-апреле 1984 г. изучалось также американским исследователем С. Хинкли (Hinckley, 1987). Согласно её данным, в юго-восточной части Алеутской котловины в январе преднерестовые рыбы встречались в уловах эпизодически, а в феврале их частота встречаемости существенно возросла. Близкие к нересту рыбы концентрировались в мористой части, над значительными глубинами, и занимали обширную область, ограниченную 171°–179° з.д., 53°30'–56°00' с.ш.

Сезонная динамика состояния половых продуктов минтая в анклав Берингова моря также изучалась польскими учеными (Kovalewska-Pahlke, 1990). Результаты их

исследований показали, что в марте в нерестовом состоянии (стадия 8 по шкале Майра) находилось 31,7% самок и 78,9% самцов, тогда как в январе-феврале такие особи в уловах польских ученых не встречались. Обращает на себя внимание тот факт, что большая часть самок в марте (58,4%) приходилась на отнерестившихся особей, а в апреле доля самок с выметанными половыми продуктами увеличилась до 72,3%.

Таким образом, результаты исследований показали, что минтай совершал нерестовую миграцию из анклава в юго-восточную часть Алеутской котловины (Богословский район), где в начале марта основные скопления нерестовых особей концентрировались в районе в 100 км к западу от о. Богослова и в 100 км к юго-западу от основного нерестилища. Максимальная доля текущих самок встречалась в первой декаде марта, в апреле преобладали отнерестившиеся особи.

Распределение икры. Впервые упоминания о встречаемости икры минтая над значительными глубинами Берингова моря в зимний период отмечены у А. А. Кашкиной (1965) и И. И. Серобабы (1974), однако они носили фрагментарный характер. Широкомасштабные исследования, выполненные отечественными учеными над значительными глубинами Берингова моря в конце 70-х–80-х гг. прошлого века позволили более детально изучить вопросы, связанные с распределением икры и экологическими

Таблица 3. Соотношение стадий развития (%) и численности икры (10^{13} шт.) минтая в юго-восточной части Алеутской котловины

Период наблюдений	Стадии развития				Учетная численность
	1	2	3	4	
16–20.01.1981 г.	0	0	0	0	0
27.02–21.03.1979 г.	62,7	37,3			2,09
27.02–12.03.1984 г.	64,4	23,9	9,8	1,9	36,00
24.02–15.03.1991 г.	53,7	46,3			0,85
04–27.03.1983 г.	12,0	27,4	45,3	15,3	16,52
11.03–02.04.1989 г.	32,7	9,7	33,1	24,5	1,94
29.03–09.04.1983 г.	23,0	7,7	19,2	50,0	0,14

условиями ее развития. Впервые основные нерестилища минтая в зимний период были обнаружены автором в конце февраля-начале марта 1979 г. (БМРТ «Академик Берг»). Вертикальные обловы сетью ИКС–80, выполненные от горизонта 650 м до поверхности позволили оконтурить скопления икры над значительными глубинами — более 1400 м, где протекал интенсивный нерест минтая. Дальнейшие исследования установили, что максимальных значений уловы достигали на южном нерестилище, у о. Богослова, 21335–69282 шт/м². Несмотря на то, что на северном нерестилище, расположенном южнее о-вов Прибыловых, уловы были в 2–5 раз меньше (9816–12360 шт/м²), тем не менее они свидетельствовали о высокой нерестовой активности в этот период (Булатов, 1987).

Исследования, направленные на изучение динамики численности икры показали, что если в январе (1981 г.) икра минтая в уловах отсутствовала, то в течение периода с последней декады февраля до середины марта (1979, 1984 гг.) наблюдался «взрывной» рост численности икры. Анализ качественного состава показал, что в конце февраля-начале марта основу уловов составляла икра на 1 стадии развития: 62,7–64,4%, что указывает на максимум нерестовой активности. В дальнейшем, со второй половины марта до начала апреля в сборах преобладала икра на 3 и 4 стадиях развития (табл. 3).

Таким образом, полученные материалы свидетельствуют о том, что продолжительность нахождения икры минтая от зимнего нереста в открытой части Берингова моря (юго-восточная часть Алеутской котловины) составляла не менее 3 месяцев.

Межгодовая динамика численности икры, как косвенный показатель количества нерестующих самок, демонстрировала значительную изменчивость. Сравнение данных, полученных в период максимума нереста в различные годы и близкие сроки: 1979, 1984 и 1991 гг. позволили установить, что если численность учетной икры в зимний период 1979 г. составляла $2,1 \times 10^{13}$, то спустя пять лет, выполненная в те же сроки съёмка показала 17-кратный рост численности выметанной икры. Однако через 12 лет, в конце февраля-начале марта 1991 г. численность икры по сравнению с 1984 г. сократилась в 42 (!) раза. Пространственное распределение характеризовалось тремя изолированными скоплениями икры: южным, у о. Богослова, средним — южнее о-вов Прибыловых и северным — юго-западнее о. Св. Матвея. Условия поимки наибольшего количества икры могут указывать не только на близость нерестилищ, но и на экологические условия развития основной массы икры. В таблице 4 приведены данные по глубине места поимки икры и температуре воды в местах наибольших ее концен-

Таблица 4. Максимальные уловы икры, температура воды и глубина места поимки в первой декаде марта 1979, 1983 и 1984 гг.

Координаты	Период наблюдений	Максимальный улов, шт./м ²	Глубина места	Температура воды (горизонт)
55°25' с.ш. 169°04' з.д.	1979 г.	12360	3000	3,5 (600 м)
54°21' с.ш. 166°42' з.д.	1983 г.	21335	625	4,2 (500 м)
54°29' с.ш. 168°48' з.д.	1984 г.	69282	1430	3,7 (400 м)

традий, которые свидетельствуют о том, что нерестилища расположены в открытой части Берингова моря над глубинами от 625 до 3000 м.

Исследования, направленные на изучение особенностей вертикального распределения икры минтая в зимний период показали, что в юго-восточной части Алеутской котловины в феврале-марте 1983–1984 гг. основная масса развивалась в мезопелагиали, в слое 300–400 м. Концентрация икры в этом слое достигала 160,9 шт./м³. Тогда как в поверхностном 50-метровом слое икра отмечалась штучно. Послойные обловы сетью Такера, выполненные американскими учеными (Kendall, 2001) в феврале 1986 г. также показали, что основные концентрации икры минтая в юго-восточной части Алеутской котловины отмечались в мезопелагиали, в слое 337–353 м.

В литературе имеются сведения о поимках икры минтая и над Командорской котловиной. Согласно исследованиям, выполненным А. А. Кашкиной (1965) в начале марта 1963 г. западнее о. Беринга, над глубиной 1100 м, в слое 860–0 м был обнаружен улов более 1000 шт. на м². К сожалению, автору не удалось оконтурить данное скопление икры. Большая часть икры (74%) была представлена 1 стадией развития. Следовательно, и в этой части Берингова моря, над значительными глубинами в начале марта отмечался пик зимнего нереста минтая.

Несмотря на то, что широкомасштабные ихтиопланктонные исследования выполнялись советскими учеными в 1980-е годы, сведения о поимках икры над другими районами открытой части Берингова моря в зимний период отсутствуют.

Распределение личинок.

Над значительными глубинами наибольшее количество предличинок в ихтиопланктонных сборах наблюдалось в середине марта. Судя по размерам и температуре развития, они произошли от зимнего нереста. Максимальные уловы предличинок (2842 шт./м²) отмечались в начале марта 1983 г. у о. Богослова, над глубиной 625 м, при температуре воды 3,5–4,5°C. Кроме того, две области высоких уловов (323 и 378 шт./м²) были зарегистрированы южнее и северо-западнее о-вов Прибылова, где в начале марта 1979 г. отмечались два локальных скопления икры. Размеры личинок не превышали 4 мм. Личинки минтая в мартовском планктоне значительно преобладали и составляли 99,1% от общего количества пойманных экземпляров.

Исследования, выполненные в конце марта — начале апреля 1989 гг., также показали три области высоких уловов личинок. В самом южном скоплении, расположенном севернее о. Богослова (55°23' с.ш., 170°53' з.д.), максимальные уловы личинок размерами 4,5–7,4 мм достигали 1450 шт./м² и отмечались над глубиной 3000 м, при температуре воды на 300-метровом горизонте

3,8°С и на поверхности 3,1°С. В более северных скоплениях самый значительный улов (1164 шт/м²) был отмечен в 40 милях южнее и 70 милях западнее о-вов Прибылова. В конце марта — начале апреля 1983 г. личинки этих скоплений имели размеры 4,2–7,9 мм, в среднем — 6,2 мм, что в 1,5 раза больше, чем в начале марта. Личинки обитали при благоприятных значениях температуры воды — 3,6°С (табл. 5).

Сведения о поимке предличинки и мелких личинок минтая в других районах открытой части Берингова моря в зимний и ранне-весенний период отсутствуют. По данным автора в северо-западной части Берингова моря, к югу от м. Наварин в мае 1976 г. над глубиной 600 м, в слое 200–0 м отмечались крупные личинки размерами 7,5–8,0 мм. Судя по их размерам, а также с учетом того, что температура развития на поверхности была низкой и составляла 0,0°С, можно предполагать, что они произо-

шли от зимнего нереста. В пользу возможного существования зимнего нереста над большими глубинами Берингова моря в районе южнее м. Наварин, свидетельствуют данные промысловых уловов преднерестовых особей минтая на свале глубин в зимний период в 2000–2002 гг.

Сравнение пространственного распределения текучих особей минтая, скоплений икры и личинок показало, что они в значительной степени пространственно близки, хотя и прослеживался небольшой дрейф, связанный с течениями.

ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ

Промысел. История отечественного промысла минтая в открытой части Берингова моря ведет начало с марта 1977 г., когда крупнотоннажное промысловое судно БММРТ «Тирасполь» осуществляло вы-

Таблица 5. Максимальные уловы личинок и условия их поимки в зимний и ранне-весенний периоды над юго-восточной частью Алеутской котловины в 1983, 1989 гг.

Месяц, декада	Максимальный улов, шт/м кв (размеры, мм)	Глубина, м	Температура, С (400–0 м)	Координаты, район
1-я декада марта 1983 г.	2842 (до 4,0)	625	3,5°–4,5°	54°21' 166° 42' (о. Богослова)
3-я декада марта 1983 г.	373 (29% предличинки)	2000	—	56°21' 172° 02' (южнее о-вов Прибылова)
3-я декада марта 1983 г.	378 (до 4,0)	1800	3,3°–4,0°	57°49' 174°33' (северо-западнее о-вов Прибылова)
3-я декада марта — 1-я декада апреля 1989 г.	704 (4,0–4,5)	1800	3,5°–3,1°	54°09' с.ш. 167°17' з.д. (о. Богослова)
1-я декада апреля 1983 г.	1450 (4,5–7,4)	2000	3,8°–3,5°	55° 23' с.ш. 170° 53' з.д. (южнее о-вов Прибылова)
1-я декада апреля 1983 г.	1164 (4,2–7,9)	1200	3,8°–3,6°	56° 20' 171° 46' (юго-западнее о-вов Прибылова)

лов минтая в центральной части Берингова моря, над значительными глубинами — до 3800 м, в горизонте 200–300 м, в районе 57°47'–57°55' с.ш., 179°55'–180°00' в.д. Уловы за траление достигали 40 т крупного, половозрелого минтая. Другие государства, а именно Япония, промысловую деятельность начали три года спустя (Dawson, 1989). Следовательно, приоритет в освоении запасов минтая открытой части моря принадлежит нашим рыбакам.

Широмасштабный промысел минтая в анклав был развернут японскими и китайскими рыбаками в 1984 г. В следующем году вылов удвоился, а в 1986 г., то есть всего через два года, превысил 1 млн т. Столь бурного развития промысла минтая история еще не знала. Уровень вылова более 1 млн тонн держался в течение 1986–1990 гг. Динамика национального вылова характеризовалась неоспоримым преимуществом японских рыбаков, которые в 1987 г. добыли более 800 тыс. т минтая (без учета выбросов) или 60% от общего улова в анклав. Роль Кореи, Польши, СССР и Китая была намного скромнее, однако их максимальный вылов составлял 342, 299, 151 и 101 тыс. т, соответственно. В 1991–1992 гг. произошло катастрофическое снижение уловов. Исторический максимум вылова минтая в открытой части Берингова моря был достигнут в 1987 г. в объеме 1,8 млн т (табл. 6). В анклав рекордный вылов отмечен в 1989 г. — 1448 тыс. т, в Богословском районе — 377 тыс. т (1987 г.), в Командорском районе — 65 тыс. т (1987 г.).

Промысловая статистика показала, что в течение 1985–1989 гг. увеличение интенсивности промысла сопровождалось ростом вылова, но с 1990 г. наблюдалась обратная картина. Несмотря на максимальную интенсивность промысла, резко снизились уловы на усилие и, соответственно, вылов (Булатов, 2014). Динамика уловов на стандартное усилие в 1982–1991 гг. показала, что максимумы на 1-часовое траление у японских рыбаков отмечались в 1986 г., а у польских — в 1985 г. и корейских — в 1987 г.

С 1988 по 1992 гг. наблюдалось стремительное снижение уловов на усилие у всех стран (табл. 7).

В дальнейшем после принятия странами в 1993 г. моратория на промысел минтая в анклав Берингова моря, выполнялись экспериментальные работы, однако значимых уловов во время их проведения после 1997 г. отмечено не было (Глубоков, 2017).

Что же явилось основной причиной «коллапса»? В первые годы после того, как это событие произошло, все были единодушны во мнении, что основная причина заключалась в нерегулируемом промысле и, как следствие, «перелове». Однако, если бы причина «коллапса» запасов была связана исключительно с промыслом, то запасы минтая в открытой части Берингова моря давно восстановились. Но этого до сих пор не произошло. Следовательно, существует другая причина, которая играет определяющую роль в изменчивости запасов.

Состояние запасов. Прямые учетные работы. Впервые широкомасштабные тралово-акустические исследования с определением величины запаса над Алеутской котловиной, были выполнены на японском судне «Томи Мару 52» в июне-июле 1978 г. В результате учтенная биомасса составила 0,8 млн т (при коэффициенте уловистости 1,0). Дальнейшие исследования, выполненные Окада в 1983 г. (Okada, 1986) дали примерно ту же цифру — 1,1 млн т. Однако всего через два года результаты тралово-акустической съемки зафиксировали резкое, практически 5-ти кратное увеличение запасов. В дальнейшем быстрый рост запасов минтая продолжился, и самые высокие значения биомассы минтая глубоководной части Берингова моря были отмечены в 1987 г. (Sasaki, 1989), составив 9,1 млн т, что в 8 раз выше оценки 1983 г. Столь резкий рост биомассы за относительно короткий промежуток времени, не свойственный минтаю, ранее не отмечался. Дальнейшие исследования показали, что в зимний период 1989 г. наблюдалась уже обратная ситуация — произошло резкое сокращение запасов до 2,8 млн т

Таблица 6. Вылов минтая в различных районах открытой части Берингова моря всеми странами, тыс. т

Год	Анклав	Богословский район	Командорская котловина	Суммарный вылов
1977	0	12	0	12
1978	0	9	0	9
1979	0	16	0	16
1980	0	13	0	13
1981	0	23	0	23
1982	0	15	0	15
1983	0	22	0	22
1984	181	23	0	204
1985	363	14	0	377
1986	1040	35	5	1075
1987	1326	377	65	1768
1988	1396	88	7	1491
1989	1448	36	13	1497
1990	917	152	33	1102
1991	293	316	36	645
1992	10	0	0	10
1993	2	1	0	2
1994	0	1	0	0
1995	0	0	0	0
1996	0	0	0	0
1997	0	0	0	0
1998	0	0	0	0
1999	0	0	0	0
2000	0	0	0	0
2001	0	0	0	0
2002	0	1	0	1
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	0	0	0
2012	0	0	0	0
2013	0	0	0	0
2014	0	0	0	0
2015	0	0	0	0
2016	0	1	0	1
2017	0	0	0	0
2018	0	0	0	0

Таблица 7. Показатели уловов на стандартное промысловое усилие в анклав Берингова моря в 1985–1991 гг.

Страна	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Япония, т/час	0,5	1,0	4,0	4,8	8,6	8,4	6,8	6,0	3,1	1,8
Польша, т/час	-	-	-	7,4	7,0	5,6	4,4	4,5	2,9	1,8
Корея, т/час	-	10,6	9,0	9,6	9,4	11,2	5,0	3,9	2,4	1,0
Китай, т/час	-	-	-	-	-	4,6	3,5	2,8	1,9	1,0
Средний, т/час			6,5	6,3	7,8	6,5	4,9	4,3	2,6	1,0

(Sasaki, 1990). В Командорской котловине по данным траловых учетных съемок, выполнявшихся ежегодно в течение 1986–1990 гг., отмечался сначала рост запасов до 4,3 млн т (1987 г.), который в дальнейшем сменился нисходящим трендом с 3,2 до 0,4 млн т.

Таким образом, несмотря на географическую разобщенность, достижение максимума биомассы как в Командорской котловине, так и у о. Богослова, наблюдалось в 1987 г., после чего биомасса стала стремительно сокращаться. Следует отметить, что резкое снижение запасов произошло у минтая Командорской котловины, несмотря на исключительно небольшие объемы вылова, и никак с интенсивностью промысла связано не было. Существующие запасы могли обеспечить вылов не менее 1 млн тонн в 1987 г., что в 15 раз превышало фактические значения.

Гидроакустические съемки, сопровождающиеся контрольными тралениями, регулярно выполнявшиеся американскими учеными с 1988 г. по настоящее время показали, что снижение запасов имело устойчивую тенденцию вплоть до 2012 г. Однако через шесть лет после достижения исторического минимума запасы стали стремительно расти и учетная биомасса выросла в 10 (!) раз (Ianelli et al., 2018). При сравнении полученных данных обращает на себя внимание тот факт, что если обследованная площадь в 1991–2001 гг. составляла от 5,5 до 8,8 тыс. миль², то в 2014, 2016 и 2018 гг. она уменьшилась до 1,5 тыс. миль², т.е. примерно в пять раз (табл. 8). И резкое уменьше-

ние обследованной акватории произошло на фоне растущего запаса. Обращает на себя внимание также тот факт, что расположение разрезов во время выполнения работ не достигало тех районов, где в 1980-е годы отмечались высокие концентрации нерестового богословского минтая. Следовательно, информация, полученная американскими специалистами, в большей степени относится к алеутскому, а не богословскому минтаю. Если ввести «поправочный коэффициент» на необследованную акваторию, то объем биомассы должен составлять не менее 3 млн т, что сопоставимо с уровнем запасов конца 1970-х годов. А одним из условий отмены моратория на промысел минтая согласно «Конвенции о Сохранении и Управлении ресурсами минтая в центральной части Берингова моря» является превышение уровня «триггерной» биомассы 1,67 млн т.

Таким образом, с целью объективной оценки запасов минтая назрела необходимость в проведении широкомасштабных интернациональных съемок в зимний период в открытой части Берингова моря.

Состояние запасов. Аналитические модели. Кроме прямых учетных работ, широко распространенным методом оценки запасов является математическое моделирование, основанное на использовании данных промысловой статистики. В нашем распоряжении имеются данные по когортному анализу польских исследователей (Norbowy, Janusz, 1990) и американских ученых Северо-Западного центра рыбохозяйственных исследований (Ianelli et al., 2006). Согласно данным пер-

Таблица 8. Межгодовая изменчивость биомассы минтая в Богословском районе Берингова моря в 1988–2018 гг. (по данным Ianelli et al., 2018)

Год	Биомасса, тыс. тонн	Площадь района исследований, миль кв.
1988	2396	нет данных
1989	2126	нет данных
1990	не выполнялись	
1991	1289	8411
1992	940	8794
1993	635	7743
1994	490	6412
1995	1104	7781
1996	682	7898
1997	392	8321
1998	492	8796
1999	475	нет данных
2000	301	7863
2001	232	5573
2002	226	2903
2003	198	2993
2004	не выполнялись	
2005	253	3112
2006	240	1803
2007	292	1871
2008	не выполнялись	
2009	110	1803
2010	не выполнялись	
2011	не выполнялись	
2012	67	3656
2013	не выполнялись	
2014	112	1150
2015	не выполнялись	
2016	508	1400
2017	не выполнялись	
2018	663	1500

вых авторов максимум запасов был отмечен исходил стремительный рост запасов с 1,9 до в 1985 г. и составил 21,7 млн т, в дальнейшем 12,8 млн т (рис.1). В дальнейшем на протяжении 20 лет отмечалась устойчивая тенденция снижения биомассы, и в 2004 г. наблюдался минимум — 0,3 млн т.

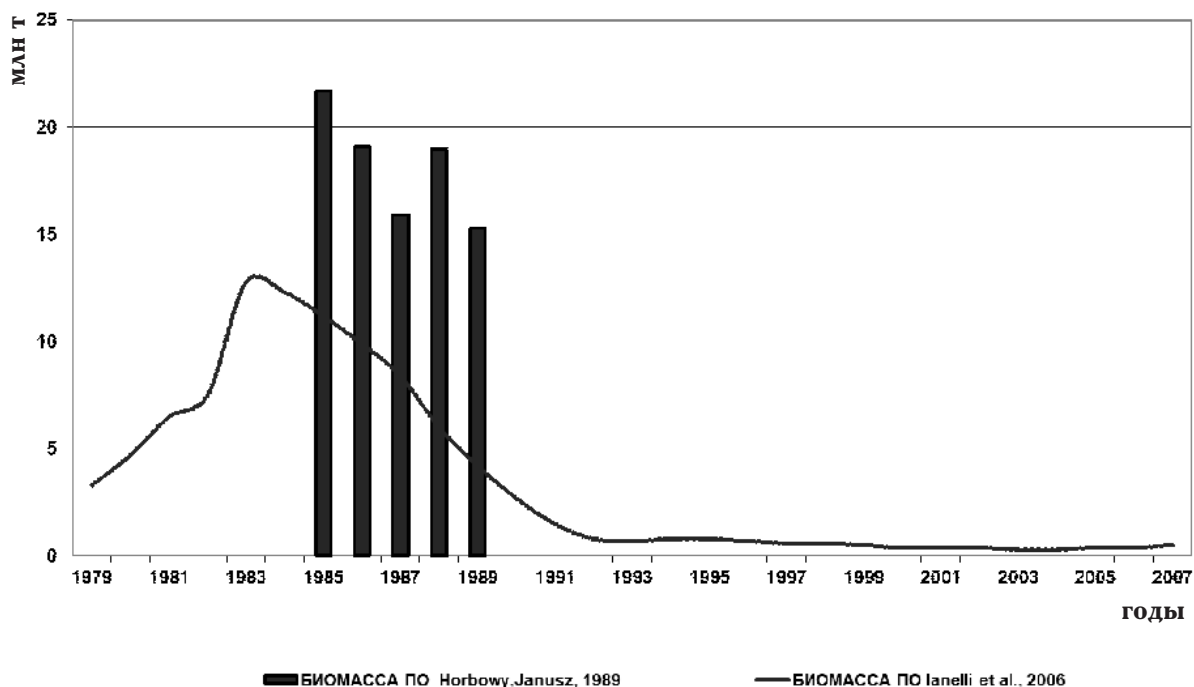


Рис. 1. Динамика запасов минтая Богословского района по данным ученых США (Ianelli et al., 2006) и Польши (Horbowy, Janusz, 1989).

Таким образом, всего за шесть лет биомасса минтая увеличилась 6-тикратно. Следует отметить, что, несмотря на разницу в оценках биомассы, полученную польскими и американскими учеными, тренд снижения запасов был практически синхронным.

Результаты оценки запасов, полученные по данным когортного анализа, выполненного американскими учеными (Ianelli et al., 2006), а также расчетов, основанных на данных ихтиопланктонных съемок, полученных автором (Булатов, 2004), показали, что максимальная биомасса отмечалась в 1983–1984 гг. Следует отметить, что оценки запасов по ихтиопланктонной съемке 1983 г. могли быть занижены, так как сбор проб осуществлялся несколько позже оптимальных сроков. В период с 1984 по 1987 гг. результаты оценок нерестового запаса практически совпадали (рис. 2).

Таким образом, использование прямых учетных работ (траловых, ихтиопланктонных и гидроакустических), наряду с применением математических методов оценки

запасов позволило установить, что в конце 70-х — начале 80-х годов начался стремительный рост запасов минтая глубоководной части Берингова моря, достигший максимума в 1983 г., и в дальнейшем характеризовавшийся быстрым снижением биомассы.

На причину феноменального роста запасов и стремительного «коллапса» могло повлиять появление урожайных поколений, сменившееся затем слабыми по численности поколениями. Кульминация биомассы отмечена по данным математической модели в 1983–1984 гг. и составила более 12 млн т. Согласно расчетам Ианелли с соавторами (Ianelli et al., 2006), основу численности в эти годы и вплоть до 1989 г. составляло экстремально урожайное поколение 1978 г. рождения. В 1983 г. численность рыб этого поколения в возрасте пяти лет достигала 9,5 млрд шт. Однако необходимо отметить, что численность поколений 1974–1977 гг. рождения также была существенно выше среднего уровня. В дальнейшем, видимо, в связи с резким ухудшением условий воспроизвод-

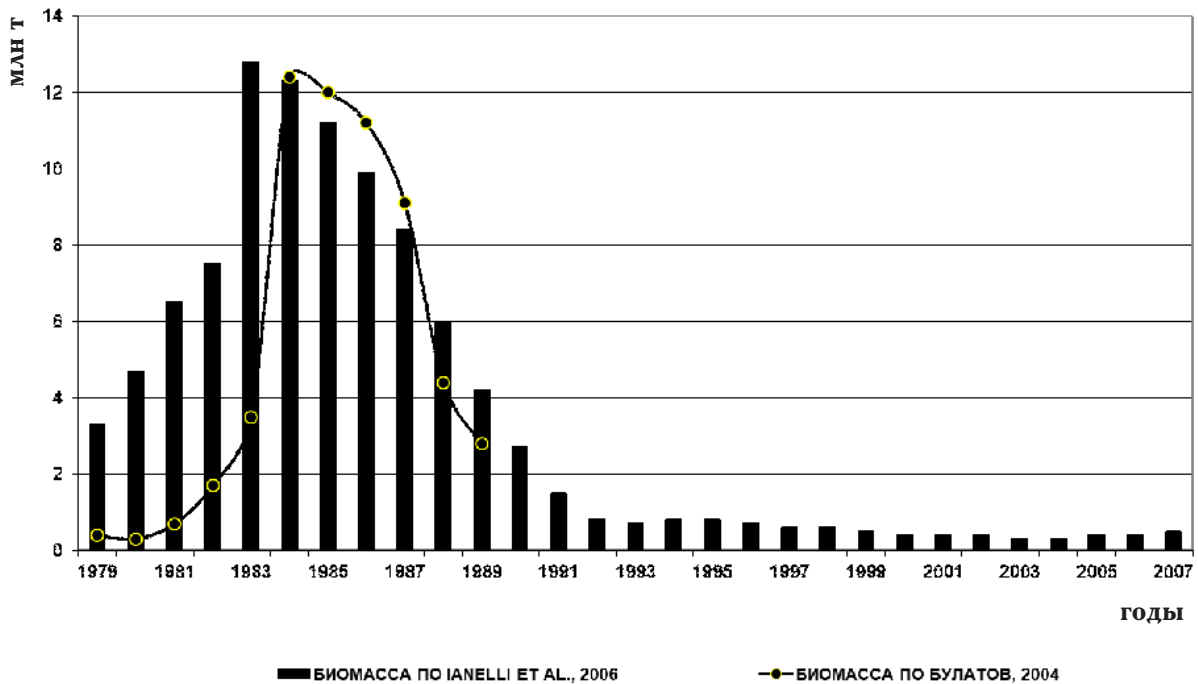


Рис. 2. Динамика запасов минтая Богословского района по данным когортного анализа (Iannelli et al., 2006) и ихтиопланктонных съемок (Булатов, 2004).

ства, численность особей минтая в возрасте пяти лет уменьшилась в 1999 г. до 0,03 млрд шт. или в 316 (!) раз. Однако в 2005 г. численность рыб этого возрастного класса возросла в несколько раз и достигла 0,23 млрд шт. (рис. 3).

В целом численность особей минтая в возрасте от пяти лет и старше увеличивалась с 1,8 млрд шт. в 1977 г. до 16,6 млрд шт. в 1983 г. После достижения максимума наблюдалось сначала резкое, потом монотонное убывание численности минтая вплоть до 2004 г. (рис. 4). Период численности особей минтая в Богословском районе выше среднего уровня длился 10 лет, с 1979 по 1989 гг.

Резюмируя приведенные выше данные, необходимо отметить, что в 1974–1977 гг. и особенно в 1978 г. условия для воспроизводства оказались весьма благоприятными. Если сравнить успешность воспроизводства для периода максимальной численности и биомассы нерестового запаса, наблюдавшихся в 1983–1984 гг., то окажется, что численность поколений

1983 г. и 1984 г. рождения в возрасте пяти лет (1988–1989 гг.) составила всего 0,35 млрд шт. и 0,31 млрд шт., соответственно, что в три раза меньше средней величины. Следовательно, при максимальной исходной численности производителей, несмотря на рекордное количество выметанной икры (см. выше), появились низкие по численности поколения, что вполне укладывается в парадигму Рикера о связи «родители-потомство». Тогда как в исходной биомассе нерестовых особей в 1978 г. — 2,1 млн т, что в 1,5 раза меньше среднего уровня, появилось экстремально урожайное поколение. Следовательно, исходная численность может играть определенную роль, но отрицать экологические условия развития, видимо, не следует.

Экологические условия развития икры и личинок во многом определяются благоприятными или неблагоприятными условиями. Существование в Беринговом море двух форм: зимне- и весенне-нерестующего минтая связано с комплексом экологических особенностей, а именно: солено-

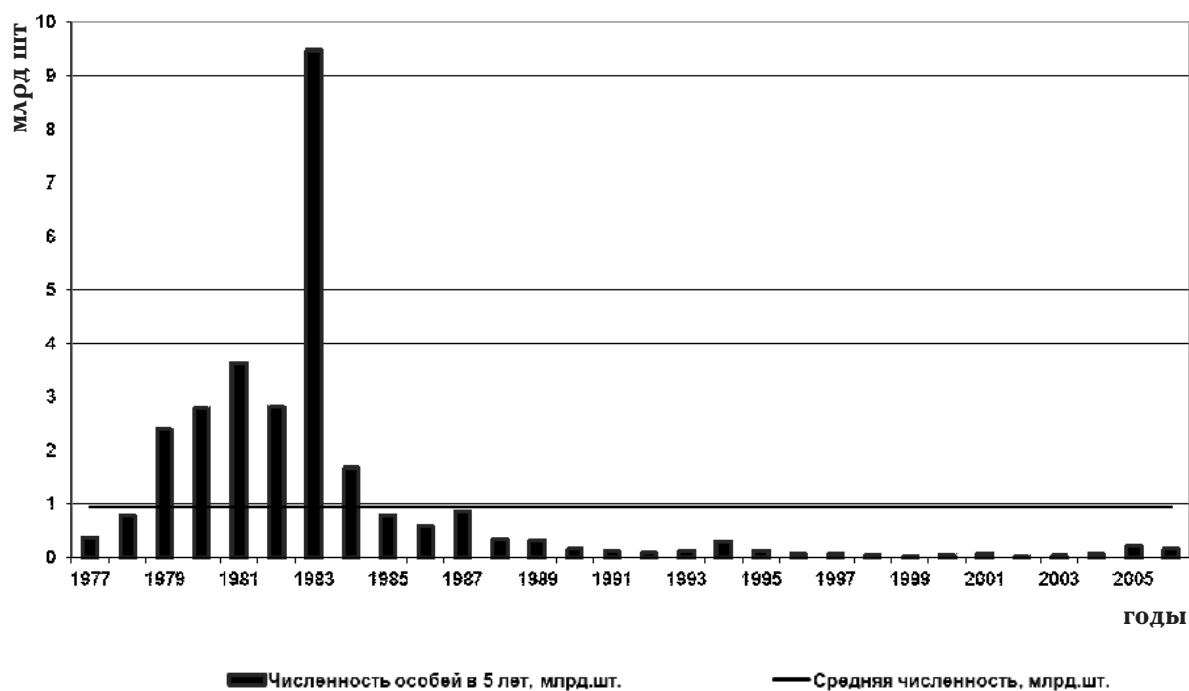


Рис. 3. Численность поколений минтая в возрасте пяти лет в Богословском районе Берингова моря в 1977–2006 гг., млрд шт. (по данным Ianelli et al., 2006)

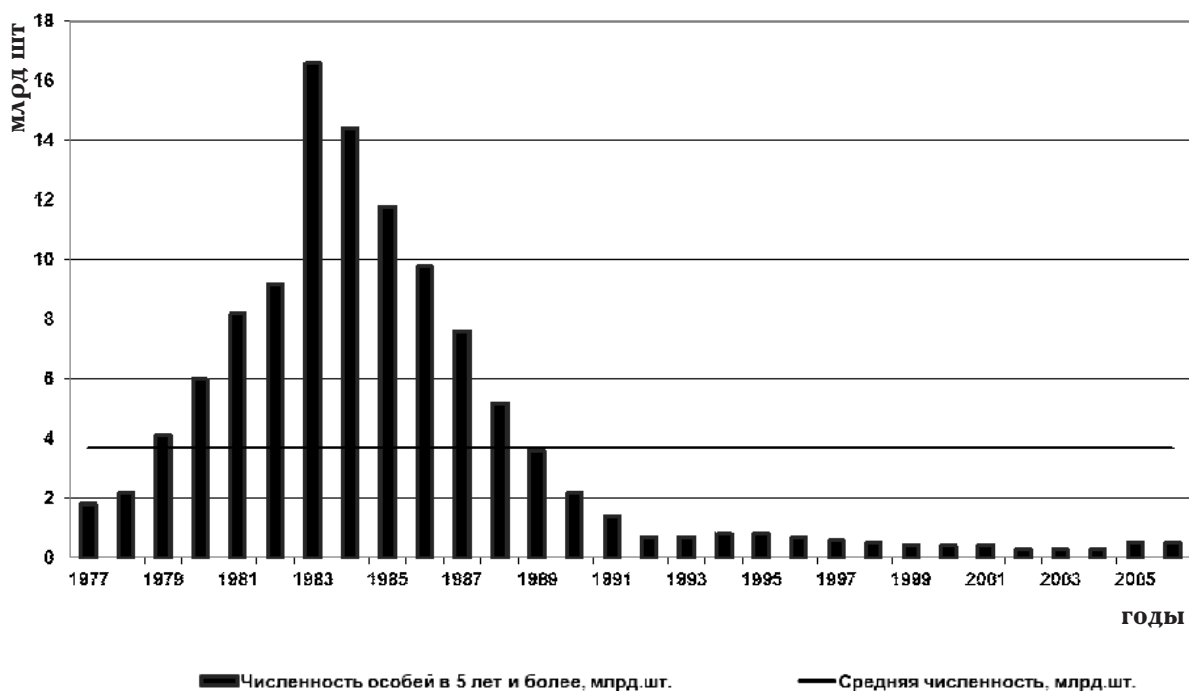


Рис. 4. Численность особей минтая в Богословском районе Берингова моря в 1977–2006 гг., млрд шт. (по данным Ianelli et al., 2006)

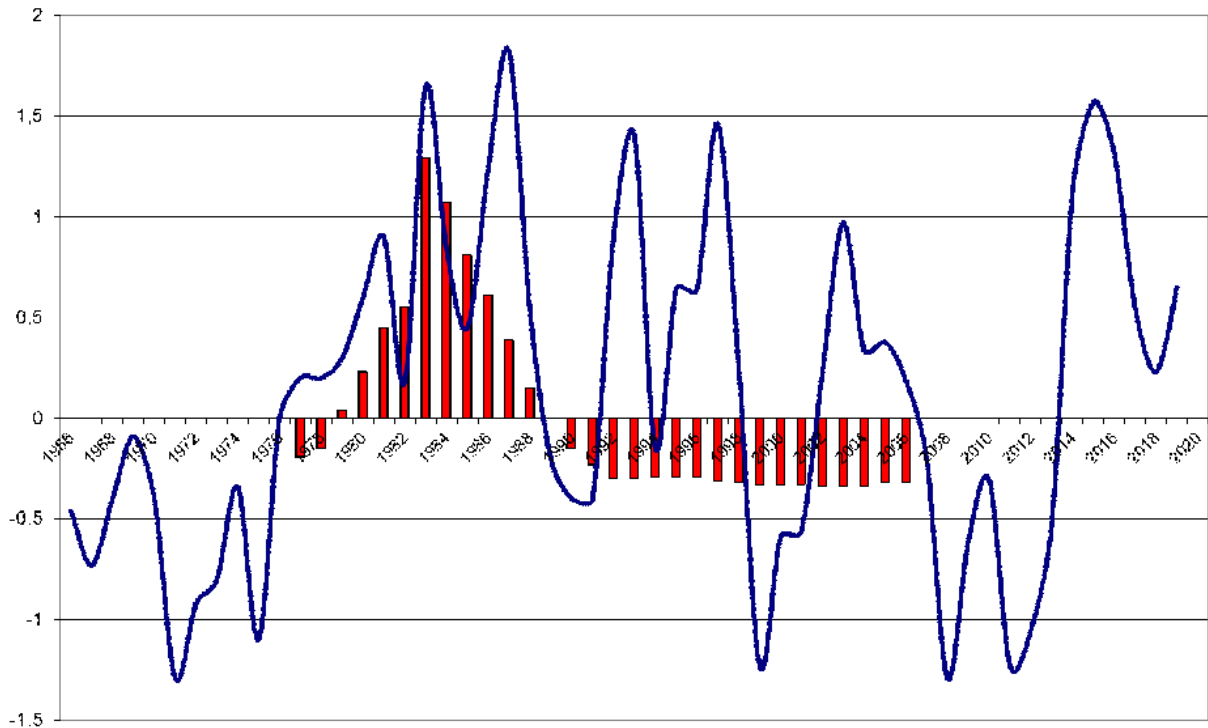


Рис. 5. Отклонения значений Тихоокеанской декадной осцилляции (линия) и общей численности особей минтая в Богословском районе (гистограмма, 10 млрд шт.)

стью, температурой, биопродуктивностью. Установлено, что весенне-нерестующий минтай размножается в зоне шельфа, а зимне-нерестующий связан со значительными глубинами, где температура и соленость выше, чем на шельфе. В конце февраля-начале марта, во время максимума нерестовой активности зимне-нерестующего минтая, шельф закрыт льдом, и нерест минтая там отсутствует. Следовательно, первая «волна» нереста связана с условиями, близкими к океаническим, а вторая — к шельфовым. Однако межгодовая изменчивость экологических условий может оказывать значительное влияние на успешность воспроизводства этих форм минтая.

Для формирования «рабочей» гипотезы рассмотрим несколько сценариев возможного развития событий.

1. Аномально холодные зима и лето. В этом случае температурные процессы протекают в океанических условиях близко к норме, и воспроизводство будет успешным, тогда как в зоне шельфа будет отмечаться

позднее таяние льда, что приведет к преобладанию низких, ниже температурного оптимума температур, которые приведут к снижению биопродуктивности и, как следствие, обеспеченности молоди пищей, негативно сказываясь на успешности воспроизводства минтая.

2. Умеренные зима и лето. В этом случае температурные процессы протекают в океанических условиях выше нормы, и воспроизводство будет менее успешным, тогда как в зоне шельфа будут отмечаться более комфортные значения температуры воды, которые нейтрально скажутся на воспроизводстве весенне-нерестующего минтая.

3. Аномально теплые зима и лето. Высокие значения температуры в открытой части моря, имеющие значения выше оптимума, приведут к появлению неурожайных поколений зимне-нерестующего минтая, тогда как в зоне шельфа возможно появление многочисленных генераций.

Отсутствие ежегодных исследований изменчивости температуры воды в открытой

части Берингова моря может быть компенсировано анализом возможного влияния изменчивости такого климатического индекса, как Тихоокеанская декадная осцилляция (ТДО). Сравнение изменчивости индекса ТДО и общей численности особей минтая в Богословском районе в период с 1977 по 2006 гг., рассчитанной по данным Ианелли и соавторов (Ianelli et al., 2018) показали, что после смены вектора отрицательных аномалий ТДО на положительные произошло значительное увеличение численности. Через 36 лет вновь наблюдалась стремительная смена вектора с отрицательных значений на положительные (рис. 5), что позволяет предполагать значительное увеличение численности и биомассы минтая в Богословском районе. Несмотря на то, что американские исследователи в 2014, 2016 и 2018 гг. ограничили свои работы только районом, связанным с Алеутскими островами, в траловых уловах проявились урожайные поколения 2009, 2010 и 2012 гг. рождения по численности превосходящие поколения 1985–2008 гг. рождения.

Таким образом, сложились предпосылки для появления в Богословском районе в ближайшие годы значительных скоплений минтая и их миграций, в том числе в анклав Берингова моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнение пространственного распределения текущих особей минтая, скоплений икры и личинок показало, что они в значительной степени пространственно близки, хотя и прослеживался небольшой дрейф, связанный с течениями.

Причина «коллапса» запасов связана с ухудшением условий воспроизводства минтая в открытой части Берингова моря. В пользу этого свидетельствует факт, что, несмотря на незначительную промысловую эксплуатацию минтая в Командорской котловине, запасы после достижения максимума, стали резко сокращаться. В Богословском районе Берингова моря резкое снижение запасов и вылова было связано с недостаточным по

численности пополнением промыслового запаса, то есть с естественными причинами.

При максимальной исходной численности производителей в 1984 г. отмечалось рекордное количество выметанной икры, однако это не привело к появлению урожайных поколений, тогда как при исходной биомассе нерестовых особей в 1978 г., которая была в 1,5 раза меньше среднего уровня, появилось экстремально урожайное поколение.

С учетом сокращения площади района исследований, выполняющиеся американскими учеными исследования недостаточно полны, и возможной новой вспышки численности и биомассы минтая в ближайшие годы, возникла необходимость в проведении широкомасштабной международной тралово-акустической съёмки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булатов О.А. Икра и личинки минтая в восточной части Берингова моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО. 1987. С. 100–114.

Булатов О.А. Минтай (*Theragra chalcogramma*) Берингова моря: размножение, запасы и стратегия управления промыслом. Автореферат дис. ... доктора биологических наук / Всерос. НИИ рыб. хоз. и океан.. Москва, 2004. 49 с.

Булатов О.А. Промысел и запасы минтая (*Theragra chalcogramma*): возможна ли турбуленция? // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15. № 4. С. 350–390.

Глубоков А.И. Минтай центральной части Берингова моря: состояние запасов и регулирование промысла // Труды ВНИРО. 2017. Т. 165. С. 22–26.

Кашкина А.А. Зимний ихтиопланктон района Командорских островов // Изв. ТИНРО. 1965. Т. 53. С. 179–189.

Серобаба И.И. О размножении минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) в восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. 1971. Т. 75. С. 47–55.

Шунтов В. П. Биологические ресурсы дальневосточных морей: перспективы изучения и освоения // Биология моря. 1988. № 3. С. 3–14.

Шунтов В. П. Функциональная структура ареала минтая в Беринговом море // Биол. моря. 1991. № 4. С. 3–14.

Dawson P. Walleye pollock stock structure implications from age composition, length-at-age, and morphometric data from the central and Eastern Bering Sea // Proc. Intern. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. Nov. 1988. Fairbanks, Alaska. 1989. P. 605–642.

Hinckley S. The reproductive biology of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the Bering Sea, with reference to spawning stock structure // Fish. Bull. 1987. Vol. 85. № 3. P. 481–498.

Horbowy J., Janusz J. Assessment of walleye pollock biomass in the Aleutian Basin Based on cohort analysis and polish fisheries data // Proc. Intern. Symp. On Bering Sea Fish. April 2–5. 1990. Khabarovsk. USSR. 1990. P. 173–182.

Ianelli J. N., Honkalehto T., Williamson N. An age-structured assessment of pollock (*Theragra chalcogramma*) from the Bogoslof Island Region. In: Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. North Pac. Fish. Mgmt. Council, Anchorage. 2006. P. 181–218, <http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2006/Bogpollock.pdf>

Ianelli J. N., Barbeaux S. J., D. Mc-Kalvey. Assessment of walleye pollock in the Bogoslof Island Region. In: Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. North Pac. Fish. Mgmt. Council, Anchorage. 2018. P. 1–15.

Kowalewska-Pahlke M. 1990. Biological information on walleye pollock based on polish catch in the international waters of the Bering Sea // Proc. Intern. Symp. On Bering Sea Fish. April 2–5. 1990. Khabarovsk. USSR. P. 131–143.

Kendall A. W., Jr. Specific gravity and vertical distribution of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) eggs // NOAA AFSC. 2001. Proc. Rep. № 2001–01. 88 p.

Okada K. Biological characteristics and abundance of pelagic pollock in the Aleutian Basin // Bull. INPFC. 1986. № 45. P. 150–176.

Sasaki T. Synopsis of biological information on pelagic pollock resources in the Aleutian Basin // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fish. Seattle, WA. 1989. P. 80–102.

Sasaki T. Preliminary report on the second research cruise by Kaiyo maru for fiscal 1989. Research on pollock stock in the international waters of the Bering Sea // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fisheries, April 2–5, 1990. Khabarovsk, USSR. 1990. P. 83–104.

WALLEYE POLLOCK IN THE OPEN PART OF THE BERING SEA

© 2020 y. O. A. Bulatov

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, 107140*

Comparison of the spatial distribution of spawning walleye pollock, eggs and larvae distribution showed that they are largely spatially close, although there was a slight drift associated with currents. The reason for the «collapse» of stocks is related to walleye pollock reproduction conditions in the open part of the Bering Sea. This is supported by the fact that, despite the insignificant commercial exploitation of walleye pollock in the Commander basin, stocks began to decline sharply after reaching the maximum. In the Bogoslof Island region of the Bering Sea, a sharp decline in stocks and catch was due to weak recruitment of the fishing stock, that

is, due to natural causes. At the maximum initial number of walleye pollock spawning fish in 1984, there was a record number of swept eggs, but this did not lead to the appearance of high abundance generations, while at the initial biomass of spawning individuals in 1978, which was 1,5 times less than the average level, extremely generation is appeared. Taking into account the reduced area of the research, the research carried out by American scientists is not complete enough, so there is a need to conduct a large-scale trawl-acoustic survey. Based on the analysis of the variability of the Pacific Decadal Oscillation, it is assumed that there is a high probability of a new outbreak of walleye pollock biomass in the Bogosloff Island region. *Key words:* the open part of the Bering Sea, walleye pollock, fishing, stocks.