

УСЛОВИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 639.372:597.555.5(265.518)  
EDN AOJEVL

DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-2-49-76

**РАЗМНОЖЕНИЕ, ЗАПАСЫ И ПРОМЫСЕЛ МИНТАЯ  
В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ**

© 2025 г. О.А. Булатов (spin: 2222-6984)

ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Москва, 105187  
E-mail: obulatov@vniro.ru

Поступила в редакцию 19.02.2025 г.

Возраст и размеры наступления массового полового созревания особей минтая подвержены существенной межгодовой изменчивости. Основное размножение минтая на шельфе наблюдалось: в Унимакском районе – во 2-ой декаде марта и 2-ой декаде апреля, над глубинами 75–100 м; в Прибыловском районе – в 3-ей декаде апреля, над глубинами 70–75 м; в Матвеевском районе – в 1-ой декаде мая, над глубинами 115–140 м. В Унимакском районе основные концентрации минтая в период массового нереста пространственно совпадали с основными скоплениями икры. В Прибыловском и Матвеевском районах такие совпадения отмечались нерегулярно. В марте личинки, произошедшие от зимнего нереста, обитали не только над значительными глубинами – 600–2000 м, при благоприятном температурном режиме (3,1–4,5 С), но и в зоне шельфа Унимакского района, где условия развития более суровые. Наибольшие уловы личинок весенней генерации наблюдались в середине мая – начале июня. Личинки весенней генерации приурочены к нерестилищам, что свидетельствует об отсутствии дрейфа. Основной причиной изменчивости запасов является численность поколений, входящих в промысловый запас. За период с 1980 по 2024 г. отмечено 8 урожайных поколений. В среднем ежегодный вылов минтая в данном районе за 45-летний период составил 1,2 млн т. Запасы минтая восточной части Берингова моря обладают высокой устойчивостью. Периоды низких уровней запасов кратковременны и составляют несколько лет. Средне многолетнее соотношение вылова к промысловому запасу составило 12,6%, что свидетельствует об относительно низком уровне освоения запасов.

*Ключевые слова:* минтай, нерест, промысел, запасы, икра, личинки.

**ВВЕДЕНИЕ**

Минтай как объект промысла стал играть важную роль в мировом рыболовстве, начиная с 1970-х годов. Освоение запасов минтая Берингова моря было начато японскими рыбаками еще до Второй мировой войны, а в 1962 г. в восточной части Берингова моря объём вылова достиг уровня в несколько сотен тыс. т. Отечественный промысел минтая в указанном районе был начат в конце 1950-х годов.

Максимальный исторический улов в восточной части моря был отмечен в 1972–1974 гг. – 1,8–1,9 млн т. Основная доля вылова приходилась на Японию. В дальнейшем, с введением 200-мильной исключительной эко-

номической зоны (ИЭЗ) США, до 1988 г. осуществлялся как иностранный, так и местный промысел. А с 1989 г. по настоящее время иностранный промысел минтая в восточной части Берингова моря запрещен. Ежегодный вылов минтая рыбаками США превышает 1 млн т на протяжении последних десятилетий.

В настоящее время регулирование промысла минтая в ИЭЗ США осуществляется в соответствии с Актом Магнусона-Стивенса об охране и воспроизводстве рыбных запасов, принятом в 1996 г. Конгрессом США. Промысел минтая в Беринговом море – это сложившаяся система крупного бизнеса с оборотом в миллиарды долларов США.

Немало отечественных и зарубежных исследователей собирали научные данные, связанные с биологией и оценкой запасов минтая в восточной части Берингова моря. Широкомасштабные исследования 1970-х и 1980-х годов позволили собрать уникальный и разноплановый научный материал. Особенно это касается ихтиопланктонных исследований.

Цель настоящей работы заключается в обобщении полученных научных данных и формировании соответствующих «рабочих гипотез».

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

#### *Половое созревание и динамика стадий зрелости гонад*

Динамика физиологического состояния гонад минтая является объективным показателем сезонности нерестовой активности. Изучение состояния гонад позволяет с уверенностью говорить о существовании нереста в месте поимки текучих самок. На непосредственную близость к местам нереста указывает также присутствие самок на 4–5 стадиях развития гонад, то есть в состоянии близком к вымету половых продуктов.

Исследования полового созревания минтая были начаты И.И. Серобабой в 1960-е годы (Серобаба, 1974). Согласно данным этого автора 50% созревание особей минтая наступало в возрасте 3–4-х лет, причём по мере увеличения вылова, скорость созревания увеличивалась (табл. 1).

Работы по изучению оживы созревания минтая были продолжены в начале 2000-х (Stahl, Kruse, 2008). Восточная часть Берингова моря авторами была разграничена на пять районов. Сбор проб осуществлялся в преднерестовый период. Всего проанализировано 10 тыс. особей. Как показали результаты, наиболее быстрое созревание отмечено в самом северном районе – севернее о-вов Прибылова (табл. 2).

Обнаружена также межгодовая изменчивость этого важного биологического пара-

метра. При сравнении данных, полученных в смежные годы, средние размеры наступления 50% полового созревания в 2003 г. оказались почти на 3 см больше, чем в 2002 г. Согласно данным автора, полученным в 1988 г. в восточной части Берингова моря, особи минтая достигли массового полового созревания при длине 38 см.

Исследования, выполненные в конце 80-х – начале 90-х годов, сравнили с результатами начала 2000-х годов (Stahl, Kruse, 2008). Оказалось, что длина особей, при которой наступало массовое половое созревание, варьировала в широком диапазоне. В районе к югу от о-вов Прибылова от 34,1 см (1989 г.) до 43,6 см (1992 г.), а в Алеутской котловине – от 40,5 см (1991 г.) до 46,2 см (2001 г.).

Сезонная динамика созревания половых продуктов самок минтая, обитающих на шельфе Уникакского района, характеризуется двумя максимумами нерестовой активности. В шельфовой зоне в конце февраля преобладали преднерестовые особи, гонады которых находились на 4-й стадии зрелости. По данным автора в марте появляются отнерестившиеся самки с выметанными половыми продуктами (6, 6–2-й стадий зрелости), однако их доля подвержена существенной межгодовой изменчивости. Так если в 1984 г. они составляли 40,3%, то в 1989 г. – 16,1%. Согласно данным Н.С. Фадеева (1991), в Бристольском заливе отнерестившихся самок было значительно меньше: в первой декаде марта 6,8%, а в третьей декаде – 19,4%.

В апреле резко возрастает доля недавно отнерестившихся особей, составляя в зависимости от декады и года, от 26 до 71% (табл. 3). В мае доля отнерестившихся рыб достигает 92,8%, что указывает на завершение нерестового сезона, хотя известно (Булатов, 1987), что икра в уловах встречается в Уникакском районе вплоть до начала сентября.

Согласно данным автора в зимнее время в Прибыловском районе доля отнерестившихся самок достигала 11,1%, однако в большей степени в этом районе преобладали самки

РАЗМНОЖЕНИЕ, ЗАПАСЫ И ПРОМЫСЕЛ МИНТАЯ

**Таблица 1.** Межгодовая изменчивость полового созревания (по Серобаба, 1974) и вылов минтая восточной части Берингова моря в 1955–1969 гг.

Год\возраст	2	3	4	5	Вылов, тыс. т
1955	13	43	63	100	0
1956	12	42	60	100	0
1957	7	37	55	100	0
1958	12	46	57	100	7
1959	9	35	48	100	32
1960	11	41	62	100	Н.д.
1961	10	40	65	100	Н.д.
1962	12	45	70	100	Н.д.
1963	15	52	75	100	Н.д.
1964	24	75	100	100	175
1965	18	64	78	100	230
1966	21	72	100	100	262
1967	15	65	77	100	550
1968	10	49	70	100	702
1969	12	48	67	100	863

**Примечание:** Н.д. – нет данных

**Таблица 2.** Длина особей минтая, при которой наступает 50% половое созревание (по: Stahl, Kruse, 2008)

Район	2002 г.	2003 г.	В среднем
Севернее о-вов Прибылова	36,04	34,93	35,10
Южнее о-вов Прибылова:	37,46	40,42	38,56
центральная часть	36,33	39,27	37,41
южная часть	37,88	40,82	38,94
Алеутская котловина:	36,21	37,93	37,52
центральная часть	35,81	37,96	37,53
южная часть	37,60	-	37,60

на 3-й стадии зрелости гонад, что может свидетельствовать о небольших масштабах зимнего шельфового нереста. В конце апреля – начале мая в массе появляются отнерестившиеся особи, достигая в уловах 60%.

Особь в текущем состоянии (5 стадия) в этот период составляют незначительную часть – 7,0%, что может свидетельствовать о растянутости нереста в этом районе. В июне доля отнерестившихся самок достигает 86,2%,

**Таблица 3.** Динамика стадий зрелости гонад самок минтая в Унимакском районе

Месяц, декада	Год	2	3	3-4	4	4-5	5	6, 6-2	P	шт.
Февраль, 3-я	1984	1,3	13,6	19,2	55,9	5,8	3,1	1,1	0	239
Март	1984	0,4	0,4	6,2	26,6	13,2	12,3	40,3	0	227
	1989*	0	11,8	4,7	62,6	20,9	0	0	0	212
	1989*	9,9	19,5	0	21,7	25,5	0,6	16,1	6,7	3611
Апрель, 2-я	1984	13,0	2,8	0	7,3	4,4	1,4	71,1	0	89
	1989*	5,9	2,8	0	12,2	11,8	0,9	26,1	20,3	36089
	1989*	2,5	5,0	2,5	35,0	20,0	0	35,0	Н.д.	40
Май	1989*	1,4	0	0	1,0	1,7	0	92,8	3,1	291
	1990*	10,9	0	0	3,5	4,6	2,5	73,2	5,3	43149

**Примечание:** \* – данные ТИНРО (здесь и далее); \*\* – здесь и далее в таблицах 4, 5 – резорбированная икра.

**Таблица 4.** Динамика стадий зрелости гонад самок минтая в Прибыловском районе

Месяц, декада	Год	2	3	3-4	4	4-5	5	6, 6-2	P	Шт.
Февраль, 3-я	1984	34,0	41,0	10,0	15,0	0	0	0	0	99
Март	1984	18,6	45,3	7,4	16,7	0	0,9	11,1	0	108
Апрель, 1-я	1984	42,1	18,8	2,5	18,8	12,7	3,8	1,3	0	80
	1992*	75,1	7,1	0	0	0	0	0	17,8	36089
2-я	1989*	3,5	3,5	10,5	12,3	7,0	0	63,2	Н.д.	57
Конец апреля, начало мая	1989*	12,9	4,1	0	4,6	8,4	1,5	59,6	8,9	54782
	1990*	16,5	1,2	0	7,5	6,2	7,0	60,4	1,2	2073
Май	1984	54,1	9,4	1,2	7,1	8,2	4,9	15,1	Н.д.	85
Июнь	1989*	3,5	2,6	0	2,1	1,7	0	86,2	3,9	573

что свидетельствует о резком снижении нерестовой активности (табл. 4).

Динамика созревания половых продуктов минтая в Матвеевском районе отличается от таковой в Унимакском и Прибыловском районах. Как видно из таблицы 5, половые продукты особой продолжительное время находятся на 2-3-ей стадиях зрелости. В мае

отмечаются отнерестившиеся самки, доля которых составляет 12,8–23,8%, тогда как в июне их доля резко возрастает – до 83,3%. Выявление динамики нереста в Матвеевском районе в значительной мере осложняет то обстоятельство, что здесь в уловах преобладает молодь, а взрослые особи составляют меньшую часть.

Таблица 5. Динамика стадий зрелости гонад самок минтая в Матвеевском районе

Месяц, декада	Год	2	3	3-4	4	4-5	5	6,6-2	P	шт.
Январь	1984	60,8	35,1	3,4	0,7	0	0	0	0	408
Март, 2-я	1989*	78,9	15,8	0	2,8	0,2	0	0,4	1,9	569
Май, 1-я	1984	75,1	10,4	1,7	1,7	2,9	3,5	4,7	Н.д.	173
	1989*	84,8	2,2	0	3,1	1,2	0	7,1	1,6	Н.д.
	1990*	80,0	3,5	0	1,2	1,7	0	12,8	0,8	Н.д.
3-я	1989*	61,2	8,0	0	4,0	0	3,0	23,8	Н.д.	101
	1984	95,2	3,2	0	0	1,6	0	0	Н.д.	63
	1984	61,2	18,9	0	1,2	1,2	7,0	10,5	Н.д.	85
Июнь	1989*	6,4	4,8	0	1,2	0,9	0	83,3	3,4	857

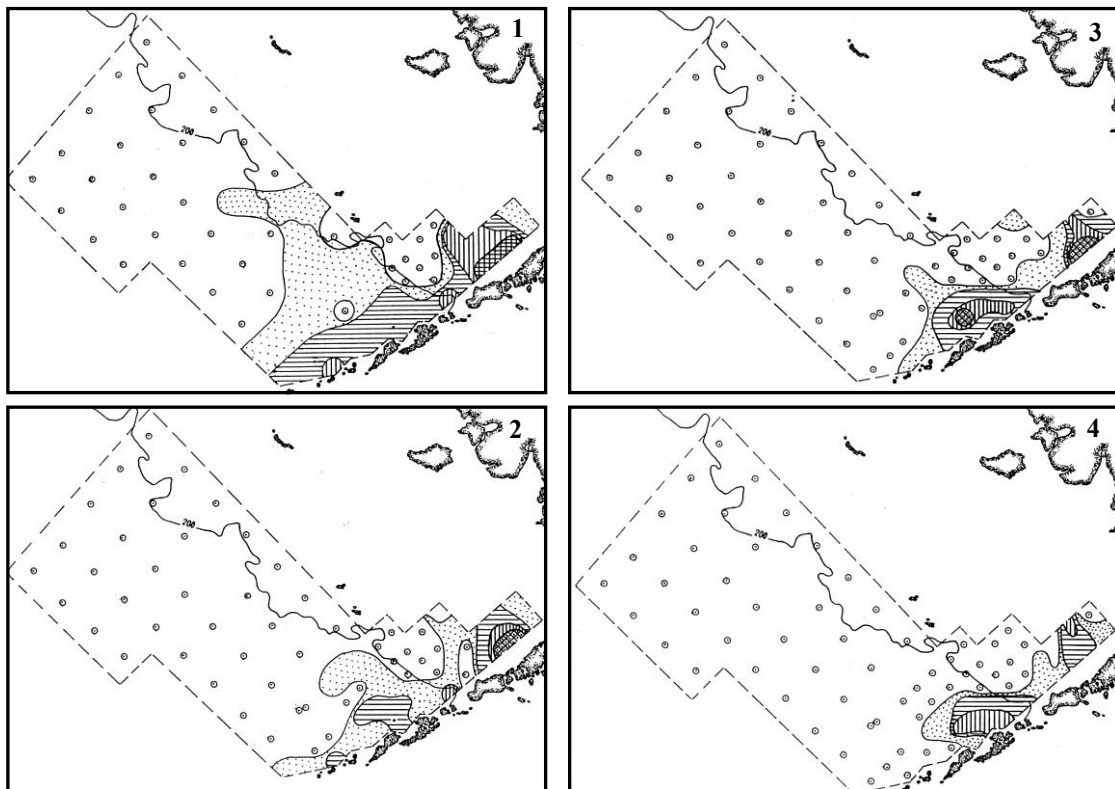
*Распределение икры*

Существенная межгодовая изменчивость появления отнерестившихся рыб в уловах связана, видимо, со сложными ледовыми и суровыми температурными условиями, влияющими как на созревание самок, так и на локализацию нерестовых рыб. В первой декаде мая отнерестившиеся рыбы составляли от 0 до 24%. Основываясь на полученных сведениях, можно предполагать, что максимум нерестовой активности наступает позже.

Исследования показали, что пространственное распределение особей минтая в восточной части моря в апреле-мае характеризовалось локализацией двух-трёх скоплений в зоне внешнего и среднего шельфа в каждом из районов. В Унимакском районе, как правило, отмечались две зоны высоких уловов. От двух до четырёх зон максимальных концентраций образовывал минтай в районе Прибыловских островов, тогда как в Матвеевском районе отмечались одно-два скопления. Полученные данные свидетельствуют о неравномерности пространственного распределения минтая в весенний период, однако, приуроченность скоплений к определённым районам прослеживалась практически на протяжении всего периода исследований.

В январе в ихтиопланктонных сборах икра минтая отсутствовала как на шельфе, так и за его пределами. Впервые икра в уловах встречалась в конце февраля 1979 г. (Булатов, 1987). Положительные ловы в зоне шельфа отмечались в двух изолированных скоплениях к северу от о. Унимак и о-вов Прибылова. Дальнейшие исследования, выполненные в марте 1983 г. и в феврале-марте 1984 г., подтвердили наличие нереста в зоне шельфа в столь раннее время. Известно, что наиболее точное представление о локализации нерестилищ дает количественное распределение икры на 1-й стадии развития. В марте 1989 г. были получены результаты, которые свидетельствуют о том, что в зоне шельфа юго-восточной части моря икра на 1-ой стадии в значительных количествах встречалась к северу от о. Унимак. Об отсутствии какого-либо дрейфа в районе этого нерестилища свидетельствует совпадение концентраций максимальных уловов как на 1-й, так и на 2-4-й стадиях развития (рис. 1).

Пространственное распределение икры минтая в весенний период 1976–1980 гг. показало, что до 1980 г. основной центр размножения находился у о. Унимак, тогда как у о-вов



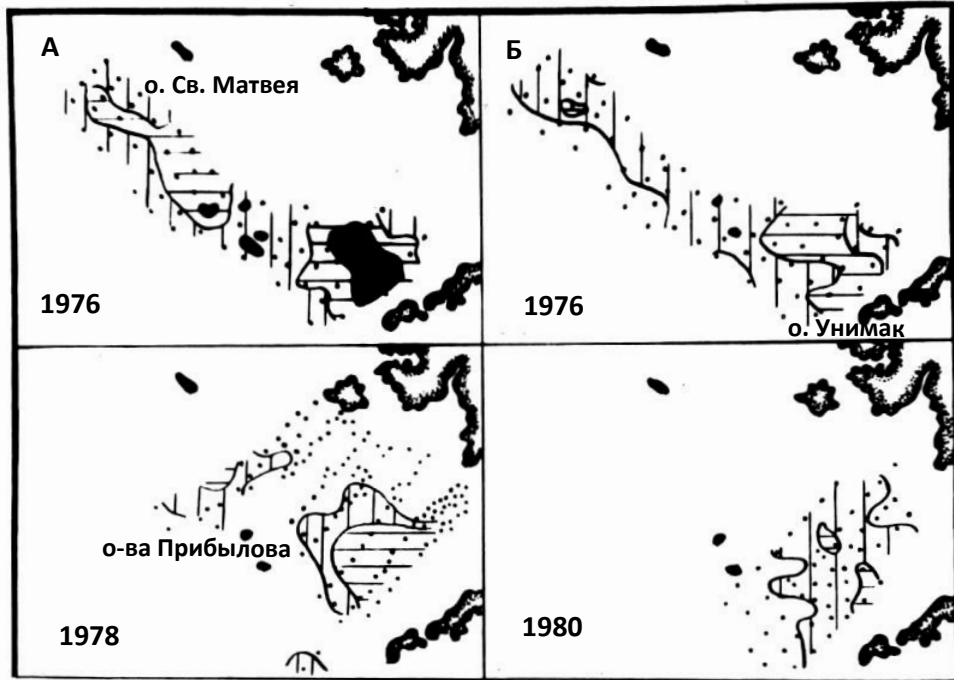
**Рис. 1.** Распределение икры минтая на различных стадиях развития в марте 1989 г. в юго-восточной части Берингова моря. Усл. обозначения: 1 – 1–10, 2 – 10–100, 3 – 100–500, 4 – более 500 шт./лов (данные В.М. Пащенко).

Прибылова нерест носил локальный характер (рис. 2). Однако, в дальнейшем произошло существенное увеличение нерестового потенциала более северных нерестилищ, расположенных у о-вов Прибылова, в пользу чего свидетельствует резкое увеличение площадей, занятых значительными уловами икры – более 1000 шт./м кв. Особенно быстро этот процесс происходил, начиная с 1983 г. Этап равного нерестового потенциала минтая Унимакского и Прибыловского районов продолжался в течение 1983–1990 гг., а с 1991 г. произошло смещение центров воспроизводства минтая в Прибыловский район.

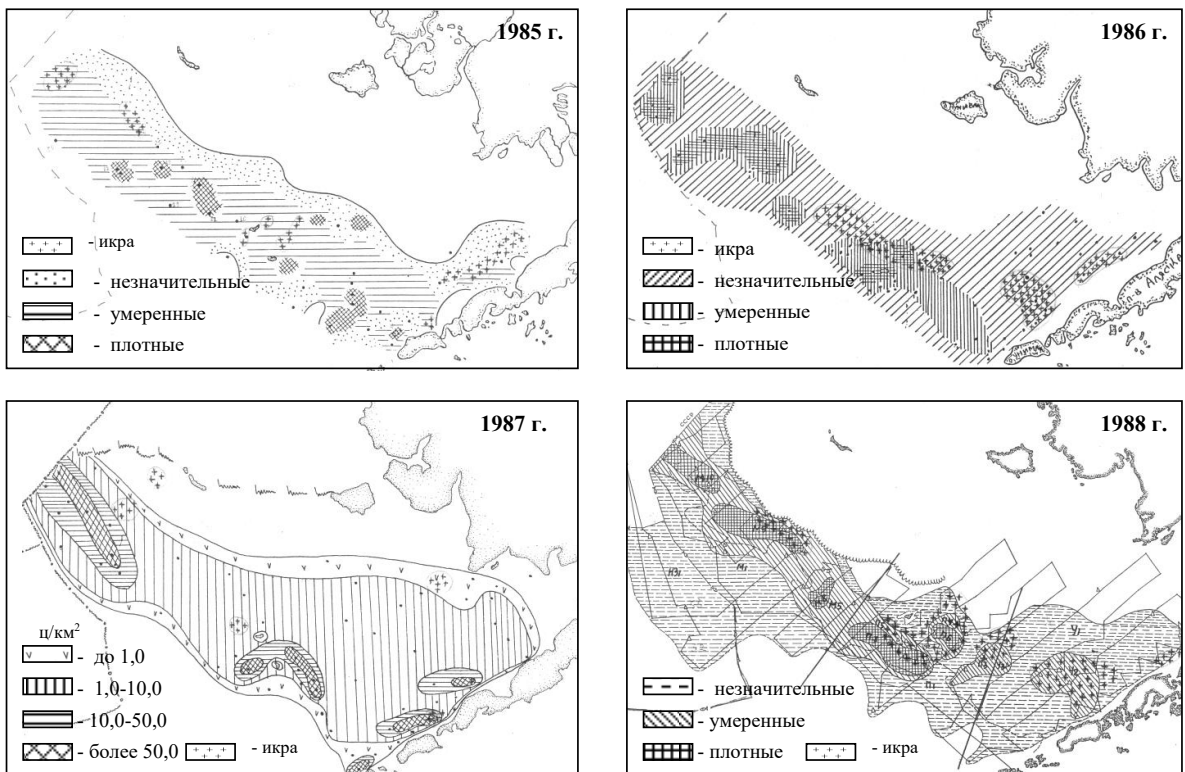
Самые северные нерестилища расположены в Матвеевском районе. В отдельные годы в этом районе обнаруживалось еще одно нерестилище, примыкающее к границе ИЭЗ США – России, однако оно менее устойчиво во времени и пространстве, по сравнению с основным, Матвеевским (рис. 3).

Анализируя особенности пространственного распределения икры минтая в зоне шельфа восточной части Берингова моря в весенний период, необходимо отметить, что в Унимакском районе отмечено одно стационарное скопление икры, расположенное к северу от о. Унимак, тогда как скопление в Бристольском заливе, проявившееся в 1985–1988 гг. и 1991 г., сначала практически слилось с Унимакским, а в 1992 г. исчезло. У о-вов Прибылова также отмечены стационарные скопления икры, распадающиеся на 1–4 скопления. В Матвеевском районе отмечено одно стационарное и одно «мерцающее», то появляющееся, то исчезающее, скопление.

Более точная информация локализации нерестилищ связана с распределением икры на 1-й стадии развития в период максимума нерестовой активности. В пределах шельфовой зоны картина выглядит следующим образом: в Унимакском районе отмечено существ-



**Рис. 2.** Распределение икры минтая в восточной части Берингова моря в мае 1976, 1978 и 1980 гг. по данным поверхностных (А) и вертикальных (Б) ловов.  
Усл. обозначения: 1 – 1–100, 2 – 101–1000, 3 – более 1000 (шт./лов, шт./м кв.).



**Рис. 3.** Распределение минтая в период нереста и основные концентрации икры в апреле-мае 1985–1988 гг. (1985–1987 гг. – данные автора, 1988 г. – по материалам ТИНРО).

вание трёх стационарных нерестилищ (уни-макского, центрального и бристольского), в Прибыловском районе также обнаружены три стационарных (два в непосредственной близости у о-вов Прибылова и одно к востоку) нерестилища, в Матвеевском районе – одно основное (южное) и одно «мерцающее». Выявленные особенности количественного распределения икры минтая на 1-й стадии развития позволяют с уверенностью говорить о том, что в весенний период в зоне шельфа восточной части Берингова моря отмечено наличие 7 стационарных пространственно изолированных нерестилищ.

Какова же изменчивость максимальных уловов и условия, при которых развивается основная масса икры? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нами были привлечены данные по максимальному улову, глубине места поимки, температуре и солёности, которые представлены в таблице 6.

Динамика сезонной изменчивости максимальных уловов в зоне шельфа характеризовалась двумя пиками: один наблюдался в марте, другой – во второй-третьей декадах апреля (Bulatov, 1989; Bulatov, Pashchenko, 2003). В первом приближении об изменчивости нерестового потенциала могут свидетельствовать данные максимальных уловов икры. Самые высокие значения в зимний период были отмечены в конце марта 1989 г. – 6948 шт./м<sup>2</sup>, в весенний период – во второй декаде апреля 1989, 1990 гг. – 20 376 и 23 314 шт./м<sup>2</sup>, соответственно. Соотношение максимальных уловов во 2-ой декаде апреля в смежные 1990 и 1991 гг. составило 4:1 и было самым значительным за весь период исследований, что может свидетельствовать о резком снижении нерестовой активности в Унимакском районе, начиная с 1991 г. Согласно полученным данным, наиболее значительные уловы отмечались в 1984–1990 гг., что может являться косвенным подтверждением высокого уровня запасов в указанный период.

Основные концентрации икры в зимний период в Унимакском районе наблюдались над глубинами 85–98 м, а в весенний период

(апрель) в более мелководной зоне – 72–95 м. Аномально холодная весна и тяжёлые ледовые условия 1976 г. вызвали необычное распределение максимальных уловов икры, которые располагались над внешним шельфом, над глубинами 140 м (табл. 6).

Существенно различалась придонная температура, при которой отмечалось размножение: в марте значения варьировали от 0,7° до 4,5° С, в апреле – от 0,3° до 4,5° С. Последнее обстоятельство, видимо может свидетельствовать в пользу того, что вариабельность значений придонной температуры воды находилось в относительно широком интервале значений.

Известно (Расс, 1965), что соотношение стадий развития икры является индикатором фазы нереста. Преобладание икры на 1-й стадии развития (60–70%) указывает на фазу, близкую к пику нерестовой активности. В наших наблюдениях такие значения отмечались в апреле 1980, 1981, 1991 гг. (табл. 6).

Необычным оказалось преобладание в ихтиопланктонных сборах икры на поздних стадиях развития в конце апреля-начале мая 1986 г. и во 2-3 декадах апреля 1988 г. Обращает на себя внимание тот факт, что в начале 80-х и начале 90-х годов икра на 1-й стадии развития составляла около половины или более уловов, тогда как в 1986–1990 гг. её доля резко сократилась. В качестве возможного объяснения можно принять следующее: именно в эти годы резко активизировался зимний нерест, который не наблюдался в больших масштабах до середины 1980-х годов, а затем, в начале 1990-х годов масштабы зимнего нереста существенно уменьшились, что изменило качественный состав икры в весенний период (табл. 7).

С учётом всего вышеизложенного, можно отметить следующие закономерности сезонной динамики нерестовой активности минтая на шельфе Унимакского района: пик зимнего нереста отмечается в начале марта, весеннего – во второй декаде апреля. Температурные условия, при которых протекает нерест, имеют значительную межгодовую изменчивость и варьируют от 0,3° до 4,5° С.

РАЗМНОЖЕНИЕ, ЗАПАСЫ И ПРОМЫСЕЛ МИНТАЯ

**Таблица 6.** Условия развития икры минтая в местах наибольших концентраций в Унимакском районе в зимне-весенний период

Период наблюдений	Максимальный улов, шт./м <sup>2</sup>	Глубина места, м	Температура воды °, солёность (горизонт)	Координаты с.ш. з.д.
1-я декада марта 1979 г.	16	90	2,9 (0 м); 2,8 (дно)	56° 34' 163° 52'
1-я декада марта 1984 г.	4204	97	2,2 (0 м); 4,5 (дно)	55° 03' 164° 51'
2-3-я декада марта 1983 г.	3120	85	2,8 (83 м)	55° 09' 164° 30'
3-я декада марта- 1-я декада апреля 1989 г.*	6948	98	1,9 (0 м); 0,7 (95м)	55° 45' 163° 40'
1, 2-я декады апреля 1980 г.	688	95	2,2 (0 м); 4,5 (дно)	55° 32' 164° 22'
2 декада апреля 1989 г.*	20376	81	0,9 (79 м)	-
2 декада апреля 1990 г.*	23314	77	2,7 (0 м); 2,5 (75 м)	55° 40' 163° 28'
2 декада апреля 1991 г.*	626	-	-	-
2 декада апреля 1992 г.*	3112	84	2,3 (0 м); 1,6 (82 м)	55° 40' 163° 27'
3-я декада апреля 1981 г.	3600	72	3,3 (70 м)	-
3-я декада апреля- 1-я декада мая 1984 г.	4026	81	0,0 (0 м), S=31,95 0,3 (79 м), S=32,00	56° 25' 164° 03'
3-я декада апреля- 1-я декада мая 1985 г.	1888	86	1,1 (84 м)	-
3-я декада апреля- 1-я декада мая 1986 г.	2668	80	1,2 (78 м)	-
1, 2-я декады мая 1976 г.	828	140	1,8 (0 м); 2,7 (дно)	-
1, 2 декада июня 1982 г.	612	55	2,2 (дно)	-
2,3-я декады мая 1983 г.	700	95	-	-

**Таблица 7.** Динамика качественного состава икры минтая в Унимакском районе в зимне-весенний период

Декада, месяц	Год	1 стадия	2 стадия	3 стадия	4 стадия
2-3-я март	1989*	41,8	37,5	18,8	1,9
1,2-я, апрель	1980	62,1	20,9	10,8	6,2
2-я, апрель	1989*	38,5	20,2	32,5	8,8
2-я, апрель	1990*	35,5	49,3	13,7	1,5
2-я, апрель	1991*	67,6	22,9	8,7	0,8
2-я, апрель	1992*	46,7	41,9	7,0	4,4
2,3-я, апрель	1981	74,2	18,5	5,1	2,2
2,3-я, апрель	1988*	28,8	2,7	55,4	13,1
3-я, апрель-1-я, май	1984	42,7	20,9	18,2	18,2
3-я, апрель-1-я, май	1985	45,1	20,8	21,3	12,8
3-я, апрель-1-я, май	1986	17,9	18,0	18,1	46,0
1-2-я, май	1980	45,2	20,2	24,8	9,8
1-2-я, июнь	1982	30,7	21,9	29,3	18,1
2-3-я, май	1987	43,1	21,5	21,1	14,3
2-3-я, май	1983	34,3	26,8	22,1	16,8

Глубины, над которыми отмечались максимальные уловы икры, в отличие от температуры, изменялись не столь значительно. Исключением были условия аномально холодной весны 1976 г., когда в апреле шельф почти полностью был закрыт льдом и нерестовые глубины сместились с 72–95 до 140 м и более.

В Прибыловском районе икра впервые в уловах встречалась в первой декаде марта (1979 г.), однако количественно пробы были невелики и не превышали нескольких экземпляров. Максимальные концентрации в 3-ей декаде апреля изменялись в значительном диапазоне: от 10360 до 120 000 шт./м<sup>2</sup>. (Bulatov, Pashchenko, 2003) (1:11), в первой декаде мая от 72 до 9400 шт./м<sup>2</sup>. (1:130), во 2-ой декаде мая от 108 до 2636 шт./м<sup>2</sup> (1:25).

Придонная температура в конце апреля изменялась от 1,4° до 4,0° С, а в начале мая – от 1,2 до 1,7 С. Диапазон глубин, над которыми были отмечены самые значительные концентрации икры в конце апреля изменялся в очень узком интервале – от 71 до 76 м. Наиболее вариабельными оказались нерестовые глубины в начале мая – от 58 до 117 м, причём последнее значение, как указывалось выше, было вызвано аномально холодными условиями весны 1976 г.

При сравнении изменчивости максимальных уловов в пределах одной декады (табл. 8), оказалось, что в 3-й декаде апреля 1989–1991 гг. наблюдался стремительный рост значений уловов, тогда как в 1992 г. произошло резкое, 17-кратное уменьшение концентраций икры, что может, видимо, свидетельствовать о значительном снижении нерестовой активности минтая.

Анализ качественного состава икры показал, что максимальные уловы икры на 1-й стадии развития отмечались в 3-й декаде апреля, наибольшие показатели зарегистрированы в относительно холодном 1984 г. (табл. 9). В 1989–1990 гг. существенно возросла доля икры на 2-ой стадии развития. Возможно, как и в Унимакском районе, это вызвано смещением сроков нереста на более ранние сроки.

Как и в Унимакском районе, в 1992 г. ситуация вернулась в исходное состояние. Наиболее значительной оказалась изменчивость качественного состава икры в уловах в 1–2 декадах мая. Если в относительно холодном 1984 г. значительно преобладала икра на 1-й стадии развития, то в более благоприятном по температурному режиму 1985 г. уже превалировала икра на 2–4-ой стадиях развития.

Самые северные нерестилища восточной части Берингова моря расположены в Матвеевском районе. Нерестовая активность в самом суровом районе восточной части моря не отличалась высокими значениями, однако в отдельные годы максимальные уловы икры достигали высоких значений. Так во 2–3-ей декадах мая 1986, 1989 гг. максимальные концентрации икры под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря составляли 526–980 шт. Межгодовая изменчивость значений максимальных концентраций в 1–2-й декадах составляла 1:3, тогда как в 3-й декаде мая – 1:26. В отличие от Прибыловского района, в Матвеевском, икра развивалась в районе внешнего шельфа, над глубинами 117–138 м, в отдельные годы (1990 г.) – на границе шельфа-свала глубин (табл. 10).

В отличие от более южных районов, в Матвеевском районе в местах наиболее значительных скоплений икры в начале мая, нередко встречались отрицательные значения температуры воды у поверхности. Значения придонной температуры варьировали от 1,0 до 2,5 С. Даже в аномально холодном 1976 г. нерест протекал при комфортной температуре воды у дна 2,0 С.

Анализ качественного состава икры в мае 1976–1992 гг. позволил установить следующее: наиболее значительной в скоплениях доля икры на 1 стадии развития была в 1-й декаде мая, причём не менее 71,2% отмечалось в этот период (табл. 11).

Во 2-ой декаде мая доля икры на 1-й стадии еще весьма высока и, вероятно, это связано с более продолжительными условиями развития, вызванными более низкими температурами воды в поверхностных слоях воды.

**Таблица 8.** Условия развития икры в местах наибольших концентраций в Прибыловском районе в весенний период

Период наблюдений	Максимальный улов, шт./м кв.	Глубина места, м	Температура воды, солёность (горизонт)	Координаты
3-я декада апреля 1989 г.*	10360	76	2,1 (73 м)	–
3 декада апреля 1990 г.*	15829	74	1,7 (0 м); 1,4 (71 м)	56 57 169 13
3 декада апреля 1991 г.*	120 000	71	–	56 57 169 15
3 декада апреля 1992 г.*	6916	71	1,1 (0 м); 4,0 (68 м)	56 57 169 55
1-я декада мая 1976 г.	72	117	1,2 (0 м); 1,2 (115 м)	56 40 171 38
1-я декада мая 1984 г.	9400	95	1,3; 31,9 (0 м) 1,7; 32,4 (92 м)	57 20 171 14
1-я декада мая 1985 г.	3644	58	1,4 (55 м)	–
2-я декада мая 1981 г.	108	–	–	–
2-я декада мая 1986 г.	2636	83	0,8 (80 м)	–
2-я декада июня 1982 г.	240	69	2,8 (66 м)	–
3-я декада мая 1983 г.	1040	75	1,8 (72 м)	–

**Таблица 9.** Динамика качественного состава икры минтая в Прибыловском районе

Декада, месяц	Год	1 стадия	2 стадия	3 стадия	4 стадия
3-я, апрель	1988*	48,5	9,8	31,6	10,1
3-я, апрель	1989*	26,6	48,3	20,3	4,8
3-я, апрель	1990*	25,9	65,6	8,0	0,5
3-я, апрель	1991*	54,1	22,7	22,7	0,5
3-я, апрель	1992*	62,6	31,7	5,3	0,4
1-я, май	1984	79,7	14,2	4,6	1,5
1-я, май	1985	23,8	22,3	22,4	31,5
2-я, май	1986	12,8	15,3	31,7	40,2
2-я, май	1987	36,8	25,1	26,0	12,1
3-я, май	1983	22,8	37,8	24,8	14,6

В 3-ей декаде мая в уловах преобладала икра на 2–3-ей стадиях развития, доля икры на 4-й стадии развития составляла 7,2–19,3%. Наличие в уловах икры на поздних стадиях развития позволяет предполагать появление личинок от весеннего нереста в начале июня. С учётом вышеизложенного, можно с уверенностью говорить о том, что пик нереста минтая в Матвеевском районе наблюдался в первой-второй декадах мая.

Впервые детальные исследования по вертикальному распределению икры в зоне шельфа и над значительными глубинами были выполнены И.А. Серобабой (1974). В мае–июне 1972 г. максимальные концентрации икры в зоне шельфа отмечались в верхнем 25-метровом слое, тогда как над значительными глубинами юго-восточной части Алеутской котловины в уловах трала Айзекса-Кидда икра ещё встречалась до горизонта 500 м. Обловы,

**Таблица 10.** Условия развития икры в местах наибольших скоплений в Матвеевском районе в весенний период

Период наблюдений	Максимальный улов, шт./м <sup>2</sup> кв.	Глубина места	Температура воды, солёность (горизонт)	Координаты
1-я декада мая 1984 г.	322	134	-0,4; 30,9 (0 м); 2,5; 32,7 (дно)	58 32 175 03
1-я декада мая 1990 г.*	130	175	-0,7 (0 м); 1,0 (170 м)	–
1 декада мая 1992 г.*	210	117	0,7 (0 м); 1,8 (дно)	58 16 173 26
2-я декада мая 1976 г.	146	133	-1,4 (0 м); 2,0 (130 м)	58 55 175 46
2-я декада мая 1989 г.*	526	123	2,4 (120 м)	–
3-я декада мая 1976 г.	36	–	–	59 25 176 24
3-я декада мая 1985 г.	242	–	–	–
3-я декада мая 1986 г.	854	138	1,0; 32,2 (0 м); 1,9; 32,8 (дно)	58 44 174 04
3-я декада мая 1987 г.	286	123	2,9 (0 м), 1,6 (120 м)	59 53 175 35
3-я декада мая-1-я декада июня 1981 г.	40	–	–	–

**Таблица 11.** Динамика качественного состава икры минтая в Матвеевском районе

Декада, месяц	Год	1 стадия	2 стадия	3 стадия	4 стадия
1-я, май	1984	71,2	18,2	6,1	4,5
1-я, май	1988*	92,0	4,0	4,0	0
1-я, май	1990*	87,8	12,2	0	0
1-я, май	1991*	93,4	4,4	2,2	0
1-я, май	1992*	86,0	5,4	8,3	0,3
2-я, май	1989*	54,7	27,3	16,0	2,0
3-я, май	1983	28,5	36,2	28,1	7,2
3-я, май	1985	44,4	31,0	17,3	7,3
3-я, май	1986	28,5	15,4	36,8	19,3
3-я, май	1987	17,6	29,7	42,3	10,4

выполненные в конце апреля 1988 г. над глубинами 1759–2005 м в слое 202–0 м, показали, что максимальные уловы икры отмечались в трёх горизонтах 44, 74, 117 м (Kendall, 2001). На одной из станций обловы выполняли до глубины 399 м. В этом случае максимальная встречаемость икры была зафиксирована на глубине 193 м. Следовательно, если в период зимнего нереста основная масса икры развивалась в юго-восточной части Алеутской кот-

ловины в слое 300–400 м, то в весенний период значительное количество икры отмечалось в более высоких горизонтах – от 44 до 193 м.

Японские учёные (Nishiyama et al., 1986) также выполняли работы по изучению особенностей вертикального распределения икры в весенний период (май 1978 г.) на шельфе юго-восточной части Берингова моря, к северу от о. Унимак, где расположено самое крупное шельфовое нерестилище минтая. Результаты

**Таблица 12.** Вертикальное распределение икры в мае 1984 г. на Унимакском и Прибыловском нерестилищах

Слой, м	Унимакское нерестилище		Прибыловское нерестилище	
	шт./лов	шт./м <sup>3</sup>	шт./лов	шт./м <sup>3</sup>
10–0	207	41,4	1200	240,0
25–10	284	39,8	700	93,3
50–25	329	26,3	1900	152,0
80–50	217	14,5	900	60,0
Всего	1037		4700	

обловов в горизонтах 5, 10, 20, 30, 40 м позволили сделать вывод о том, что максимальные концентрации икры отмечались в приповерхностных водах – 5-метровом слое, достигая значений 29,7–34,8 шт./м<sup>3</sup>. По мере увеличения глубины концентрация икры монотонно убывала, достигая минимальных значений на горизонте 40 м.

Близкие результаты были получены Халдорсоном (Haldorson, 1998 – цит. по: Kendall, 2001). В конце апреля 1995 г. в юго-восточной части Берингова моря, к северу от о. Унимак, производили обловы в горизонтах 10, 20, 30, 40, 50 и 60 м, которые показали, что максимальные концентрации икры наблюдались в верхнем 10-метровом слое, и в пересчёте на 1 м<sup>3</sup>, сделанным автором, достигали 11 шт. Затем отмечалось постепенное снижение концентрации икры, и в 60-метровом слое наблюдались минимальные значения, составлявшие в перерасчёте на 1 м<sup>3</sup> менее 1 шт.

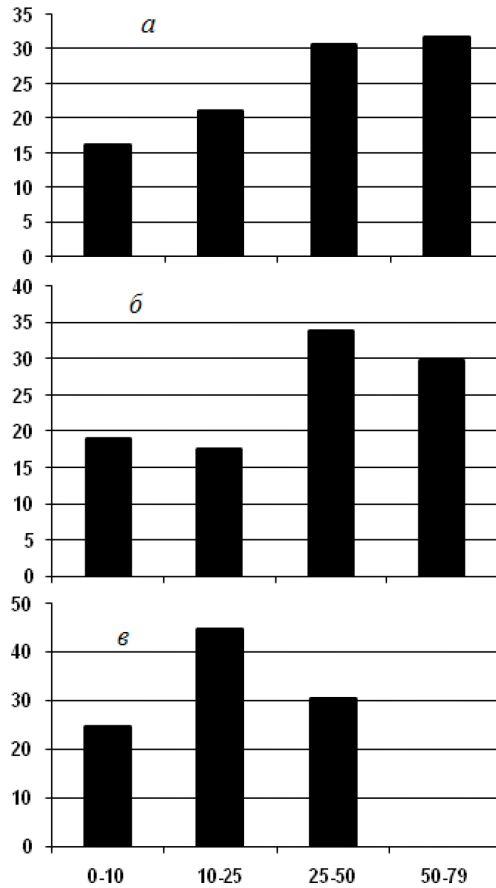
Исследования автора (Булатов, 1987) показали, что вертикальное распределение икры минтая в зимний период на шельфе юго-восточной части Берингова моря характеризовалось тем, что более 60% от общего количества икры распределялось в верхнем 25-метровом слое. Несмотря на то, что размножение протекало в течение одного сезона, характер вертикального распределения икры в зоне шельфа принципиально отличался от такового над Алеутской котловиной.

Таким образом, в зимний период в восточной части Берингова моря обнаружены два разных типа вертикального распределения икры: в зоне шельфа развитие основной массы происходило в верхних слоях воды (0–25 м), тогда как над значительными глубинами нерест и развитие икры протекали в мезопелагиали (300–400 м).

В дальнейшем с целью детализации автором были выполнены исследования как на Унимакском, так и на Прибыловском нерестилищах. В таблице 12 показаны результаты послонных обловов в период массового нереста.

Оказалось, что наибольшие концентрации икры на Унимакском нерестилище наблюдались в верхнем 10-метровом слое – 41,4 шт./м<sup>3</sup>, в более глубоких горизонтах отмечено снижение показателей, однако концентрации оставались высокими. На Прибыловском нерестилище обнаружены два слоя, в которых отмечались наибольшие концентрации икры – 0–10 м (240 шт./м<sup>3</sup>) и 25–50 м (152 шт./м<sup>3</sup>).

С целью уточнения особенностей вертикального распределения икры выполнена суточная станция на нерестилище, расположенном в южной части зал. Бристоль 16–17 мая 1984 г. (56° 19' с.ш., 162° 02' з.д., глубина места – 82 м, работы выполнялись на якорной станции). Исследования показали, что вертикальная структура распределения икры минтая в течение суток не была постоянной.



**Рис. 4.** Вертикальное распределение икры минтая (по оси ординат, %, абсцисс – метры) на Бристольском нерестилище, в юго-восточной части Берингова моря, в мае 1984 г. в различное время суток, час: а – 06, б – 14, в – 22 (Булатов, 2017).

В утренние часы (6 час.) максимальные концентрации отмечены в верхнем 10-метровом слое и составили 11,0 шт./м<sup>3</sup>. С увеличением глубины наблюдалось постепенное снижение концентрации с 9,5 до 7,4 шт./м<sup>3</sup>. В дневное время (14 час.) отмечены 2 максимума – один в 10-метровом слое, другой – в слое 50–25 м (Булатов, 2017).

В ночное время (22 ч) самые высокие значения плотности концентраций икры обнаружены в слое 25–10 м – 19,7 шт./м куб., тогда как в придонном слое икра отсутствовала (рис. 4). Интерпретация полученных данных может быть следующей: суточная ритмика размножения оказывает опосредованное влияние на особенности вертикальной структуры. Выметываемые самками порции икры сначала концентрируются в ниж-

них горизонтах, а затем, по мере всплытия икры, достигают более высоких горизонтов. При условии равномерной скорости всплытия в верхний 25 метровый горизонт этот показатель составил около 2 мм/с (Булатов, 1987).

По осреднённым данным стратификация икры характеризовалась одним максимумом в верхнем 10-метровом слое (табл. 13), подтверждая тезис о том, что наибольшая концентрация икры находится в приповерхностных слоях воды.

В пользу установленного явления всплытия икры свидетельствуют наши данные и по удельному весу икры. В пробе, полученной в ядре нереста (1 стадия – 96,0%, 2–4,0%) средних (4 700 шт.) удельный вес икры составил 0,980 мг/мм<sup>3</sup>.

**Таблица 13.** Вертикальная структура скоплений икры в различное время суток в южной части зал. Бристоль, шт./м<sup>3</sup>

Горизонт лова	6 ч	14 ч	22 ч	В среднем
10–0	11,0	14,0	16,4	13,8
25–10	9,5	8,7	19,7	12,6
50–25	8,3	10,0	8,0	8,8
79–50	7,4	7,6	0,0	5,0

В другой пробе доля икры на первой стадии развития была меньше – 78%, остальных стадий – 22%. Средний (2 592 шт.) удельный вес в этом случае оказался несколько больше – 0,990 мг/мм<sup>3</sup>. Видимо, увеличение среднего удельного веса могло быть связано с процессом развития икры.

Известно, что плотность морской воды составляет в восточной части Берингова моря 1,025 г/см<sup>3</sup>. (Атлас..., 1974), следовательно, по сравнению с плотностью воды придонных горизонтов, икринки обладают положительной пловучестью, которую обеспечивает меньший удельный вес, что и является основной причиной, благодаря которой они всплывают в приповерхностные горизонты. В дальнейшем, по мере развития, их удельный вес несколько увеличивается, что позволяет им погружаться в средние слои воды.

#### *Распределение личинок*

В зимний период 1989 г. личинки встречались не только над большими глубинами, но и в зоне шельфа. Однако их локализация связана преимущественно с акваторией, прилегающей к о. Унимак, где отмечен заток вод из глубоководной котловины моря. Количество пробы невелики и, как правило, не превышали 16 шт./м<sup>2</sup>. Личинки достигали размеров 3,5–4,0 мм.

Ранней весной (апрель–начало мая) 1976, 1978, 1980 и 1981 гг. личинки практически не встречались в зоне шельфа, лишь единичные экземпляры отмечались в вертикальных ловах над глубинами 1500–3100 м. В поверхностных обловах встречаемость личинок была исклю-

чительно низкой. Лишь в весенний период 1978 г. несколько личинок были встречены над значительными глубинами, западнее о-вов Прибылова. Размеры личинок в это время варьировали от 5,5 до 8,7 мм, уловы составляли 2–4 шт./м<sup>2</sup>.

Наиболее многочисленны в Унимакском районе личинки минтая во второй декаде апреля. Учитывая особенности развития икры, можно с уверенностью говорить о том, что личинки, появившиеся в апреле, произошли от икры, выметанной в феврале–марте, а июньские личинки являются по происхождению весенней генерацией. Обращает на себя внимание следующая особенность: наименьшие уловы отмечались в начале 1980-х годов, в дальнейшем наблюдался их значительный рост, а максимум отмечен в 1992 г. – 1 014 шт./м<sup>2</sup> (табл. 14).

В мае резко возрастает встречаемость личинок в зоне шельфа, однако максимальные уловы изменяются в широком диапазоне: от 48 до 1 430 шт./м<sup>2</sup>. Основные концентрации отмечены северо-западнее о. Унимак и у о-вов Прибылова. Личинки обитали преимущественно в зоне внешнего и среднего шельфа, в широком диапазоне температуры воды – от минус 1° до плюс 3° С (табл. 14). Интересной особенностью являлось присутствие в уловах личинок разных «размерных классов». В зоне среднего шельфа обитали личинки меньших размеров (5,7–6,2 мм), тогда как в зоне внешнего шельфа и свала глубин размеры личинок, как правило крупнее, и превышали 10 мм. Максимальные уловы крупных личинок отмечались юго-западнее и северо-западнее

**Таблица 14.** Максимальные уловы личинок, размеры и условия их поимки в весенний период на шельфе восточной части Берингова моря.

Район	Декада, месяц	Максимальный улов, шт./м <sup>2</sup> (размеры, мм)	Глубина, м	Температура, С (дно-0 м)
Унимакский	3-я декада марта – 1-я декада апреля 1989 г.*	16 (3,5–4,0)	83	0,8–1,3
	2-я декада апреля 1989 г.*	80 (3,5–5,0)	72	0,8–1,3
	2-я декада апреля 1992 г.*	1014	84	1,6–2,3
	3-я декада апреля 1984 г.	382 (M=5,7)	56–86	–
	3-я декада апреля 1985 г.	68 (M=5,8; M=9,4)	62	–
	3-я декада апреля – 1-я декада мая 1986	704 (4,4–11,2)	–	–
	2-я декада мая 1983	178	250	–
	2-я декада июня 1982 г.	476 (3,8–16,0, M=7,9)	50–90	–
Прибыловский	3-я декада апреля 1989 г.*	50 (3,5–4,0)	73	2,1–2,2
	3-я декада апреля 1990 г.*	120	–	–
	3-я декада апреля 1991 г.*	2	–	–
	1-я декада мая 1984 г.	132	158	?–1,3
	2-я декада мая 1985 г.	94 (M=5,7; M=10,4)	–	–
	2-я декада мая 1986 г.	1430 (4,4–11,2)	–	–
	3-я декада мая 1983 г.	28 (3,5–16,0)	80	–
Матвеевский	1-я декада мая 1992 г.*	28 (5,6–8,8, M=7,0)	147	2,9–2,0
	3-я декада мая 1985 г.	менее 50 (M=6,0, M=11,1)	–	–
	3-я декада мая 1986 г.	более 100	–	–

о-вов Прибылова, над глубинами 100–150 м, при благоприятном температурном режиме 2,5–4,0° С.

В Прибыловском районе исторический максимум личинок был отмечен во второй декаде апреля 1986 г. – 1 430 шт./м<sup>2</sup>, размеры варьировали от 4,4 до 11,2 мм. Учитывая, что максимум весеннего нереста приходится именно на это время, нет сомнений в том, что выловленные личинки произошли от зимнего нереста и были занесены сюда течениями из более мористых участков.

Матвеевский район играет меньшую роль в воспроизводстве, поэтому в данном районе максимальные уловы личинок оказались значительно ниже, чем в более южных

районах. За весь период исследований, с 1976 по 1992 гг., наиболее значительные концентрации личинок наблюдались лишь в 3-й декаде мая 1986 г. – более 100 шт./м<sup>2</sup>. Так же, как и в Унимакском и Прибыловском районах, обнаруженные здесь личинки были представлены двумя размерными группами, имевшими средние размеры 6,0 и 11,1 мм (рис. 5).

Неоднородность размерного состава личинок в уловах является достаточно распространённым явлением. Исследования, выполненные в апреле-мае 1985 г. показали, что в Унимакском районе наиболее значительные размеры имели личинки, концентрирующиеся в более тёплом районе, расположенном у о. Унимак (M = 9,35 мм). Тогда как

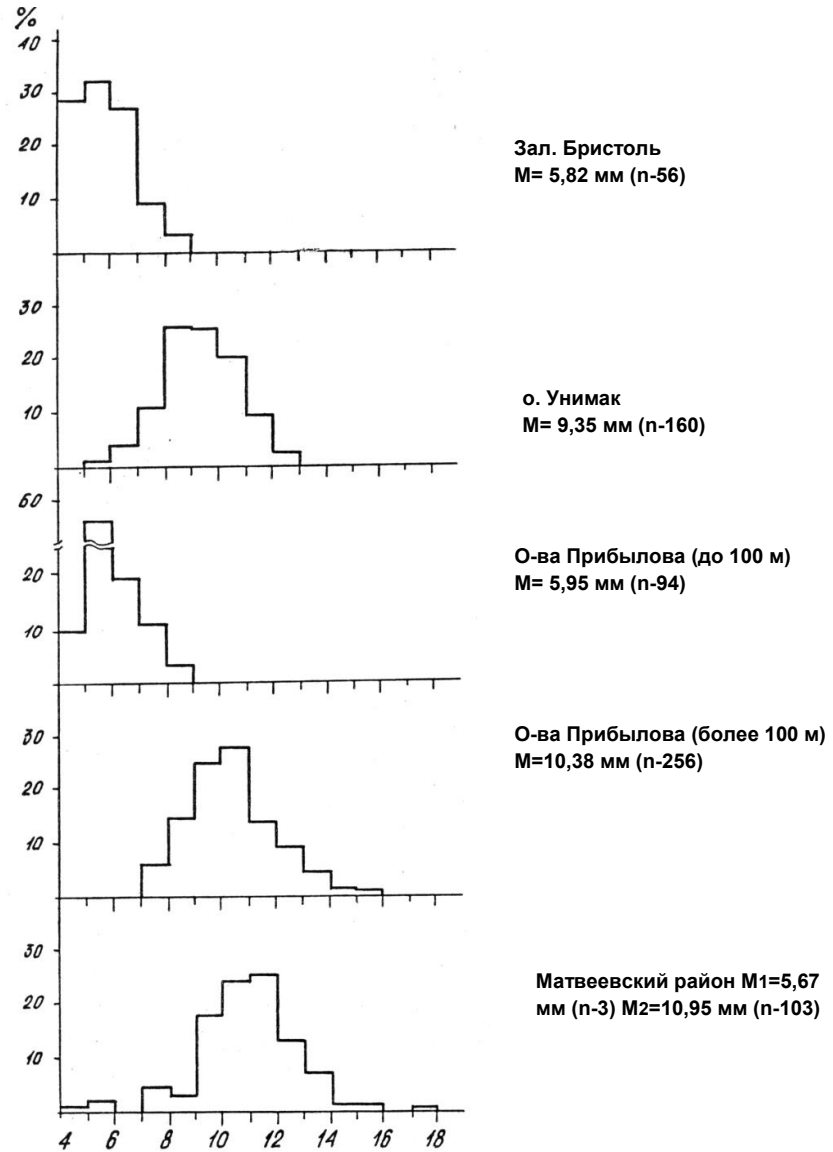


Рис. 5. Размерный состав личинок минтая в восточной части Берингова моря в апреле-мае 1985 г.

в более холодноводном зал. Бристоль средние размеры были существенно меньше – около 5,8 мм. В середине мая у о-вов Прибылова личинки, встреченные в уловах над глубинами менее 100 м, имели средние размеры 5,95 мм, а над большими глубинами шельфа, где существует более благоприятный температурный режим – 10,38 мм. В конце мая в Матвеевском районе встречались преимущественно крупные личинки – 10,95 мм, тогда как мелкие в уловах были немногочисленны и имели средние размеры 5,67 мм (см. рис. 5), что, видимо, может сви-

детельствовать в пользу больших масштабов зимнего нереста в этом районе.

Весьма многочисленны личинки в июне. В отдельные годы они встречались на обширной акватории – более 150 тыс. км<sup>2</sup>. В годы высокой численности минтая личинки распределялись в уловах практически непрерывно от о. Уникак до границы ИЭЗ США и России. Средние размеры весенней генерации в это время увеличивались до 7,9 мм. Максимальные уловы в июне 1982 г. наблюдались северо-восточнее о. Уникак и составляли 476 шт./м<sup>2</sup>.

В июле-августе личинки и мальки минтая в сборах ИКС-80 имели длину 17–60 мм, в среднем – 25,2 мм (Булатов, 1987). Они обитали в зоне среднего шельфа и мелководья, встречаясь над глубинами 17–80 м, при высокой температуре воды 6,2–11,0° С. Количество уловы невелики.

В сентябре в Бристольском заливе была обнаружена единственная личинка длиной 7 мм, в остальных районах личинки и мальки в это время отсутствовали, что связано с увеличившимися размерами и переходом к активному образу жизни, позволяющему активно избегать сеть ИКС-80.

Таким образом, в планктоне более тёплой юго-восточной части моря личинки минтая встречались с марта по сентябрь (6 мес.). В более суровой по климатическим условиям северо-восточной части моря личинки в зоне шельфа встречались в уловах лишь в мае – июне. Основываясь на размерном составе, есть основания предполагать, что здесь также существует зимний нерест.

Изучение изменчивости уловов личинок в 1-метровом приповерхностном слое воды позволило выявить ярко выраженную суточную ритмику. Оказалось, что в весенний период в зоне шельфа установлены два максимума: в утреннее и вечернее время, днём и ночью количество личинок в приповерхностном слое резко снижалось. Указанная особенность, видимо, связана с особенностью суточной ритмики зоопланктона.

В весенний период в зоне шельфа также проводились послойные ловы с целью выявления особенностей вертикального распределения личинок. Оказалось, что суточная ритмика питания определяет утренний (8–10 ч) и вечерний (18–22 ч) максимумы в приповерхностных горизонтах – с концентрацией личинок до 22 шт./м<sup>3</sup>. Минимальные концентрации у поверхности (0,6 шт./м<sup>3</sup>) наблюдались в период максимальной освещённости (12–14 ч). В нижележащих слоях также происходило перераспределение личинок в течение суток: наиболее значительные концентрации отме-

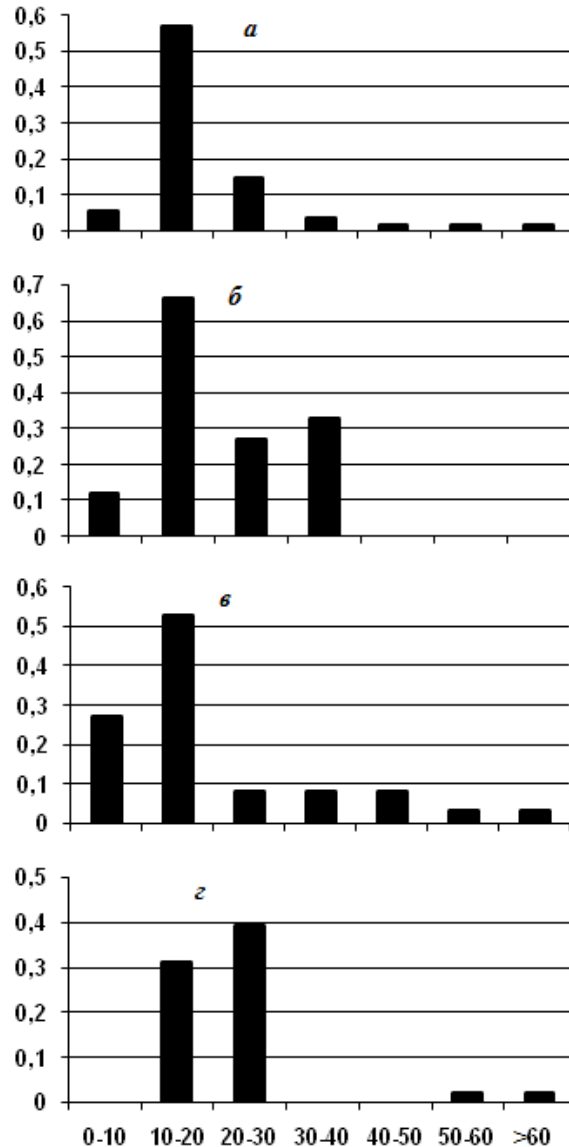
чались в сумеречное время в слое 10–25 м, а в светлое время личинки обитали в основном в более глубоких слоях воды: 25–50 м.

Исследования, выполненные в зал. Аляска показали, что в верхнем 5-метровом слое наблюдались два суточных максимума концентраций личинок – в 8 и 16 ч (Pritchett, Haldorson, 1989; цит. по Шунтов и др., 1993). Следовательно, указанная закономерность не является уникальной, а характерна и для других районов обитания минтая.

В летний период 1972 г. (июль) в северо-восточной части Берингова моря (Матвеевском районе) выполненные послойные обловы тралом Айзекса-Кидда показали (Серобаба, 1974), что личинки в этом районе, как и в юго-восточной части моря, встречались в уловах от поверхностного слоя до глубины 1000 м. Особенностью вертикального распределения над значительными глубинами являлось наличие двух максимумов – в слое 25–50 м и в горизонте 200 м. В зоне шельфа личинки отмечались в поверхностных слоях воды и на горизонте 50–100 м. Личинки в поверхностных слоях воды имели размеры 6–7 мм, в более глубоких горизонтах – 8–12 мм.

В летний период 1979 г. (июнь–июль) вертикальное распределение личинок минтая в зоне шельфа юго-восточной части Берингова моря также изучали американские учёные (Walline, 1982). Послойные обловы, выполненные в разное время суток, позволили установить, что в вечером, ночью и утром максимальные концентрации личинок отмечались в слое 10–20 м, причём в период минимальной освещённости – с 24 до 06 ч утра, личинки в слое 40–50, 50–60 и более 60 м отсутствовали. В наиболее светлое время суток, с 12 до 18 ч, личинки отсутствовали в поверхностном 10-метровом слое и в средних слоях 30–40 и 40–50 м. Автор, используя данные Воллина (Walline, 1982), пересчитал полученные значения на 1 м<sup>3</sup> (рис. 6).

Существенно меньшие показатели концентрации личинок в единице объёма, собранные Воллином в 1979 г., по сравнению с данными автора, могут объясняться низ-



**Рис. 6.** Концентрация личинок минтая (по оси ординат, шт./м<sup>3</sup>, абсцисс – метры) на шельфе юго-восточной части Берингова моря в июне–июле 1979 г. в различное время суток, час: *а* – 18–24, *б* – 24–06, *в* – 06–12, *г* – 12–18 (по данным Walline, 1982).

кой численностью нерестового запаса минтая в конце 1970-х гг. Известно, что в середине 1980-х гг. биомасса минтая в Беринговом море значительно увеличилась по сравнению с 1970-ми годами (Шунтов и др., 1993), что повлияло на численность и концентрацию личинок.

Анализ качественного состава уловов личинок минтая за весь период исследований позволил сделать вывод о том, что доля личинок минтая в весеннем ихтиопланктонном сообществе подвержена значительной

межгодовой изменчивости. Если в мае 1976 г. личинки минтая составляли лишь 23,1% уловов, то всего через 4 года они уже значительно преобладали в уловах – 70,8% (Булатов, 1994).

Исключительно динамична доля личинок минтая и в зимнем ихтиопланктоне. Если в начале марта 1979 г. была встречена лишь одна личинка, то в середине-конце марта 1983 г. ихтиопланктонное сообщество было представлено практически одним видом (табл. 15).

Максимальное количество личинок и, соответственно, доля минтая в шельфовом

**Таблица 15.** Доля личинок минтая в ихтиопланктонном сообществе восточной части Берингова моря по данным вертикальных ловов (Булатов, 1994), %

Месяц	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Январь				0				
Февраль-март		0				99,1		
Апрель			6,7			92,5		
Конец апреля – середина мая				19,8			91,1	81,4
Май	23,1		70,8					
Июнь			35,8		85,7			
Июнь-июль						0,7		4,0
Сентябрь				0,1				
Октябрь-ноябрь				<0,1				

планктонном сообществе наблюдалось с середины апреля до середины июня, а над значительными глубинами – в феврале-апреле. В течение периода наших исследований обнаружено, что межгодовая изменчивость уловов была на минимальном уровне в начале 1980-х годов, а в середине-конце 80-х – на максимальном.

В марте личинки обитали над значительными глубинами – 600–2000 м, при благоприятном температурном режиме (3,1–4,5° С), в мезопелагиали, в слое 300–400 м. По мере развития, в апреле, личинки поднимались в более высокие горизонты и дрейфовали в зону внешнего шельфа, где в мае обитали уже над глубинами 100–150 м.

Наибольшие уловы личинок весенней генерации наблюдались в середине мая – начале июня. В Унимакском и Прибыловском районах личинки обитали в зоне среднего, в Матвеевском – внешнего шельфа. Для личинок весенней генерации не характерны выраженные пассивные миграции, основные скопления приурочены к нерестилищам, что свидетельствует об отсутствии дрейфа.

#### *Запасы и промысел*

Японские рыбаки начали осваивать запасы минтая в Бристольском заливе (восточная часть моря) до Второй Мировой

войны. В военное время промысел был прекращён и возобновился в 1950-х годов. Началом широкомасштабного промысла, видимо, следует считать 1964 г., когда вылов в восточной части моря составил 175 тыс. т. Отечественные рыбаки приступили к освоению запасов водных биоресурсов в этом районе в конце 1950-х годов, в самом начале этапа становления промысла в удалённых районах Мирового океана. В этот период в восточной части Берингова моря основными объектами донного промысла являлись треска, камбала, палтусы, окуни, сельдь, крабы, креветка. В отдельных тралениях, если встречался минтай, его «смывали» за борт. А на капитанских часах, где промысловики обменивались оперативной информацией о промысле, нередко звучала фраза: «Рыбы нет, один минтай». Однако в 1970-х годах, после проведения технологических исследований, стало ясно, что минтай представляет значительный интерес для отрасли. Увеличение вылова минтая осуществлялось быстрыми темпами. Если в 1970 г. вылов рыбаками СССР в этом районе Берингова моря составил 20 тыс. т, то через четыре года достиг исторического максимума – 310 тыс. т. Основной промысел в это время вели японские рыбаки, вылов минтая у которых в 1972 г. достиг 1651 тыс. т. Рыбаки Южной Кореи в 70-е годы осуществляли

РАЗМНОЖЕНИЕ, ЗАПАСЫ И ПРОМЫСЕЛ МИНТАЯ

**Таблица 16.** Вылов минтая различными странами в восточной части Берингова моря в 1964–1988 гг., тыс. т (по данным Wespestad, Traynor, 1988; Mito, 1990)

Год	Япония	СССР	Республика Корея	Другие страны	Совместные предприятия (США)	Всего, тыс. т
1964	175	0	0	0	0	175
1965	231	0	0	0	0	231
1966	262	0	0	0	0	262
1967	550	0	0	0	0	550
1968	701	0	1	0	0	702
1969	830	28	5	0	0	863
1970	1231	20	5	0	0	1256
1971	1514	220	10	0	0	1744
1972	1651	214	9	0	0	1874
1973	1476	280	3	0	0	1759
1974	1253	310	26	0	0	1589
1975	1137	217	3	0	0	1357
1976	913	179	85	0	0	1177
1977	869	64	45	1	0	979
1978	821	93	62	3	0	959
1979	749	59	84	22	0	974
1980	788	20	108	51	10	957
1981	765	0	105	61	42	973
1982	750	0	151	6	53	960
1983	655	0	170	10	147(1)	982
1984	626	12	169	55	236(7)	1098
1985	585	2	161	23	408(38)	1179
1986	256	0	76	4	853(47)	1189
1987	3	0	0	1	1233(218)	1237
1988	0	0	0	0	1228(489)	1228

промысел в небольших объёмах, но в 1983 г. уловы достигли 170 тыс. т. В дальнейшем промысел развивался очень динамично и через 8–9 лет предыдущий уровень был перекрыт почти в 11 раз, достигнув исторического максимума, который составлял весьма внушительную величину – 1,8–1,9 млн т. Доля отечественного вылова в этот период также достигла максимальных значений – 280–310 тыс. т (табл. 16).

В 1977 г., с введением 200-мильной исключительной экономической зоны (ИЭЗ) США, иностранный вылов в восточной части моря стал жёстко регламентироваться. Для рыбаков нашей страны в этом важном промысловом районе, начиная с 1977 г. стали выделяться небольшие по объёму квоты, а с 1981 г. вылов в этом районе был прекращён.

В начале 1980-х годов отечественные суда допускались в ИЭЗ США только для

последующей переработки уловов через Советско-американскую компанию (САК), тогда как промысел вели исключительно американские рыбаки. В середине – конце 1980-х годов, США стали активно осваивать запасы минтая восточной части моря посредством совместных компаний, доля вылова и переработки которых стремительно росла на фоне резкого сокращения присутствия иностранных судов. Несмотря на то, что в конце 1970-х годов, перед введением 200-мильной ИЭЗ промысел минтая в восточной части Берингова моря вели Япония, СССР, Республика Корея, Тайвань, Польша, ФРГ, иностранный промысел был полностью прекращен в 1988 г.

Таким образом, в истории освоения запасов минтая восточной части моря, можно выделить три этапа: нерегулируемый промысел без участия США – до 1977 г.; регулируемый промысел в совместных предприятиях с участием США – с 1977 по 1988 гг.; регулируемый промысел без участия иностранного флота – с 1989 г. по настоящее время.

Промысел минтая в восточной части Берингова моря на протяжении более, чем 55-летнего периода ведётся как в юго-восточной, так и в северо-западных частях моря. Промысловая статистика разделяет условно районы промысла по границе 170 меридиана. Вылов к западу от 170-го меридиана относится к северо-западной части, а к востоку – к юго-восточной части моря. В течение периода 1970–2024 гг. в среднем вылов в первом статистическом районе составил 422 тыс. т, а во втором – в два раза больше, 824 тыс. т. В целом среднееголетнее значение уловов составило более 1,2 млн т. Минимальный объём ежегодного вылова минтая в северо-западном районе составил 92 тыс. т (1995 г.), максимальный – 1 114 тыс. т отмечен в период нерегулируемого промысла, в 1973 г. минимальный вылов в юго-восточном районе составил 255 тыс. т (2010 г.), а максимальный – 1 396 тыс. т, также в период нерегулируемого промысла (табл. 17).

Известно, что запасы рыб не являются величиной постоянной и могут значительно

изменяться в течение ряда лет, поэтому мониторинг состояния запасов является необходимой мерой, особенно в тех районах, где осуществляется масштабный промысел. Регулярные прямые учётные работы осуществляются в восточной части Берингова моря, начиная с 1982 г. Следует отметить некоторые методические особенности, которые применяются американскими учёными при проведении исследований. Траловые съёмки выполняются по стандартной сетке станций, в стандартные сроки, с полным разбором уловов по видам. Оценка запасов минтая по результатам донных траловых съёмок выполняется при допущении коэффициента уловистости, равным 1,0 (тогда как в российских оценках используется значение 0,3–0,4). Тралово-акустические съёмки учитывают данные по отражённому от дна сигналу выше трёх метров от грунта. При математическом моделировании использовалась когортная модель, в которой в качестве входной информации использовались как научные, так и промысловые данные.

По данным донных траловых съёмок биомасса минтая изменялась от 2,3 (2009 г.) до 8,4 млн т (2003 г.), составляя в среднем 4,8 млн т. В 1983–1995 гг. биомасса находилась на уровне выше среднееголетнего значения, однако в 1998 г. произошло снижение до 2,8 млн т. Тенденция роста, наблюдавшаяся с 1999 г., привела к достижению исторического максимума в 2003 г. – 8,4 млн т. В дальнейшем наблюдался относительно продолжительный период низких запасов, продлившийся вплоть до 2014 г. Затем запасы вновь стали восстанавливаться и в 2024 г. был отмечен второй по значимости результат – 8,0 млн т. Следует отметить, для того, чтобы полученные оценки запасов минтая в восточной части Берингова моря приблизились к реальным значениям, необходимо их, по крайней мере, удваивать.

Согласно тралово-акустическим съёмкам, которые не учитывали придонного минтая, максимум биомассы зарегистрирован в 1982 г. – 4,9 млн т, а минимум – 1,3 млн т в

**Таблица 17.** Вылов минтая в основных промысловых районах восточной части Берингова моря в 1970–2024 гг., тыс. т (Ianelli et al., 2024)

Год	Северо-западный район	Юго-восточный район	Всего
1970	178	1079	1257
1971	841	903	1744
1972	479	1396	1875
1973	1114	645	1759
1974	517	1071	1588
1975	312	1045	1357
1976	507	671	1178
1977	424	551	975
1978	359	620	979
1979	567	369	936
1980	521	437	958
1981	259	715	974
1982	242	714	956
1983	294	687	981
1984	649	443	1092
1985	535	604	1139
1986	547	595	1142
1987	330	529	859
1988	297	932	1229
1989	325	904	1229
1990	815	641	1456
1991	505	712	1217
1992	501	663	1164
1993	231	1095	1326
1994	180	1183	1363
1995	92	1171	1263
1996	106	1087	1193
1997	304	820	1124
1998	135	966	1101
1999	177	815	992
2000	294	818	1112
2001	425	962	1387
2002	320	1160	1480
2003	364	1126	1490
2004	390	1090	1480
2005	681	802	1483
2006	661	827	1488
2007	626	728	1354
2008	509	483	992
2009	452	358	810
2010	555	255	810
2011	451	748	1199
2012	586	619	1205
2013	575	696	1271
2014	439	858	1297
2015	625	696	1321
2016	185	1167	1352
2017	181	1178	1359
2018	331	1049	1340
2019	307	1102	1409
2020	507	860	1367
2021	352	1021	1373
2022	206	899	1105
2023	423	888	1311
2024	405	854	1259

2009 г., средняя биомасса составила 3,1 млн т. Высокий уровень запасов отмечен в 1982, 1985, 1988 гг., после чего отмечался период низких уловов. С 1991 по 1997 гг. биомасса пелагического минтая существенно снизилась. В последующие годы восстановление запасов протекало недостаточно быстрыми темпами, и биомасса продолжительное время находилась

на низком, ниже среднемноголетнего, уровне. Достижение исторического минимума отмечено в 2009 г. – 1,3 млн т. Начиная с 2014 г. биомасса пелагического минтая находилась на уровне, близком к среднемноголетним значениям (табл. 18).

Вариабельность значений промысловой биомассы, полученной при помощи когортной

**Таблица 18.** Оценка биомассы минтая восточной части Берингова моря по данным прямых учётных работ и моделирования, млн т (по данным Ianelli et al., 2024)

Год	Донные траловые съёмки	Тралово-акустические съёмки	Математическое моделирование	Год	Донные траловые съёмки	Тралово-акустические съёмки	Математическое моделирование
1982	2,9	4,9	9,5	2005	5,3	–	9,3
1983	6,3	–	10,8	2006	3,0	1,9	7,1
1984	4,9	–	10,6	2007	4,3	2,2	5,8
1985	6,0	4,8	12,5	2008	3,0	1,4	4,7
1986	4,9	–	11,7	2009	2,3	1,3	5,9
1987	5,5	–	12,0	2010	3,8	2,6	6,3
1988	7,3	4,7	11,2	2011	3,1	–	9,0
1989	6,6	–	9,3	2012	3,5	2,3	9,1
1990	7,3	–	7,5	2013	4,6	–	9,1
1991	5,1	1,4	5,8	2014	7,4	4,7	8,6
1992	4,6	–	9,2	2015	6,4	–	12,1
1993	5,6	–	11,6	2016	4,9	4,8	15,5
1994	5,0	2,9	11,3	2017	4,8	–	13,8
1995	5,5	–	12,9	2018	3,1	2,9	11,0
1996	3,4	2,3	11,3	2019	5,0	–	9,9
1997	3,8	2,6	10,0	2020	–	3,6	6,9
1998	2,8	–	9,7	2021	2,7	–	10,8
1999	3,8	3,3	10,6	2022	4,0	3,8	11,5
2000	5,3	3,0	9,8	2023	3,0	–	9,7
2001	4,1	–	9,5	2024	8,0	2,9	9,4
2002	5,0	3,6	9,8	В среднем	4,8	3,1	9,9
2003	8,4	м	11,8				
2004	3,9	3,3	11,1				

модели, была не столь значительна, как по данным прямых учётных работ. В 1983–1988 гг. запасы находились на уровне 10 и более млн т. Следующий подъём запасов продолжался более 10 лет и отмечен в 1993–2004 гг. В дальнейшем произошло снижение запасов и в 2008 г. отмечен исторический минимум – 4,7 тыс. т. Промысловая биомасса минтая восстановилась до уровня 10 и более млн т, начиная с 2015 г. Исторический максимум наблюдался в 2017 г. – 15,5 млн т. Первые признаки снижения запасов отмечены в 2023–2024 гг.,

когда отмечалась биомасса ниже среднемноголетнего уровня.

За период 1982–2024 гг. среднее значение промысловой биомассы составило 9,9 млн т. Высокие значения биомассы были достигнуты в 1983–1988 гг., 1993–2004 гг. и в 2015–2022 гг. (кроме «коронавирусного» 2020 г.). Продолжительность низких уровней запасов кратковременна и составляла несколько лет, что свидетельствует о высокой устойчивости промысловой биомассы в течение более, чем 40-летнего периода.

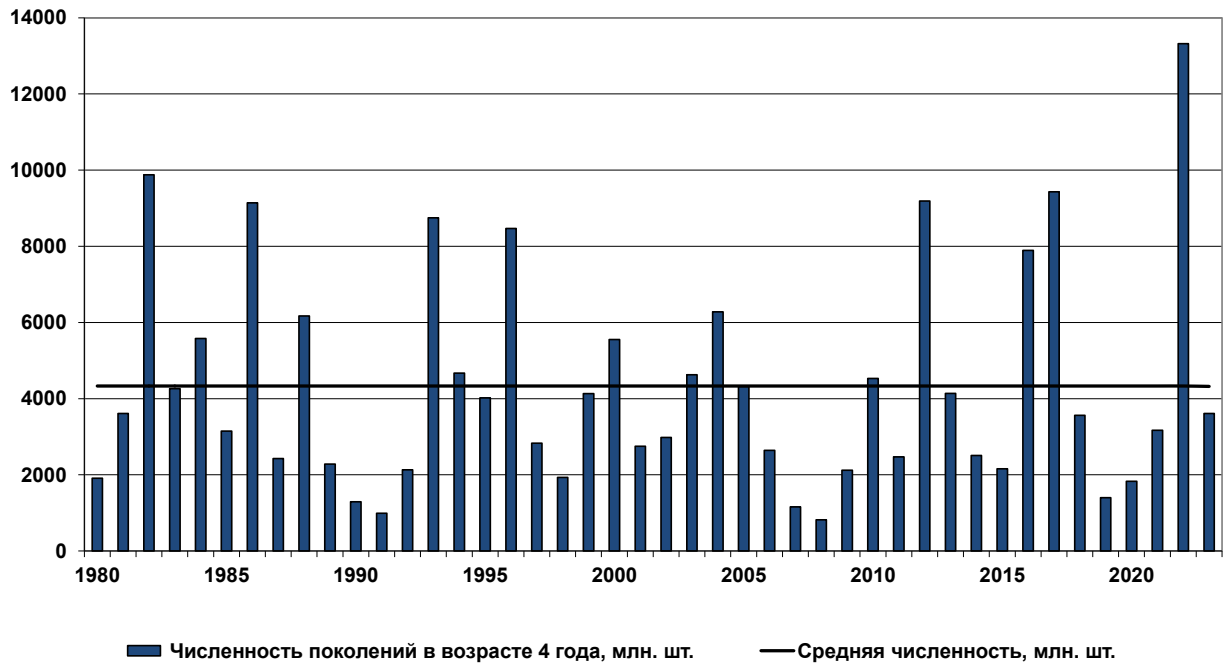


Рис. 7. Численность особей минтая в возрасте 4 лет в восточной части Берингова моря в 1980–2023 гг. (по данным Ianelli et al., 2024).

Соотношение максимального и минимального значений биомассы составило: по данным донных траловых съёмок 3,5:1, по тралово-акустическим съёмкам – 3,8:1, по когортной модели 3,3:1.

Основной причиной изменчивости запасов являлась численность поколений, входящих в промысловый запас. В восточной части Берингова моря поколения минтая в возрасте четыре года численностью более 8 млрд шт., существенно превышавшей среднемноголетний уровень (4,3 млрд шт.) отмечались 8 раз. В 1982 г. (1978 г.), 1986 г. (1982 г.), 1993 г. (1989 г.), 1996 г. (1992 г.), 2012 г. (2008 г.), 2016–2017 гг. (2012–2013 гг.), 2022 г. (2018 г.) Однако рекордным по численности, превысившим значение 1978 г. рождения, оказалось поколение 2018 г., количество особей которого в возрасте четырёх лет достигло 13,3 млрд шт. (рис. 7).

Вылов минтая в течение периода 1979–2024 гг. изменялся от 0,8 до 1,5 млн т. Максимальные уловы – 1,5 млн т отмечались в течение пяти лет: с 2002 по 2006 гг., минимальные – в 2009–2010 гг. (рис. 8). В сред-

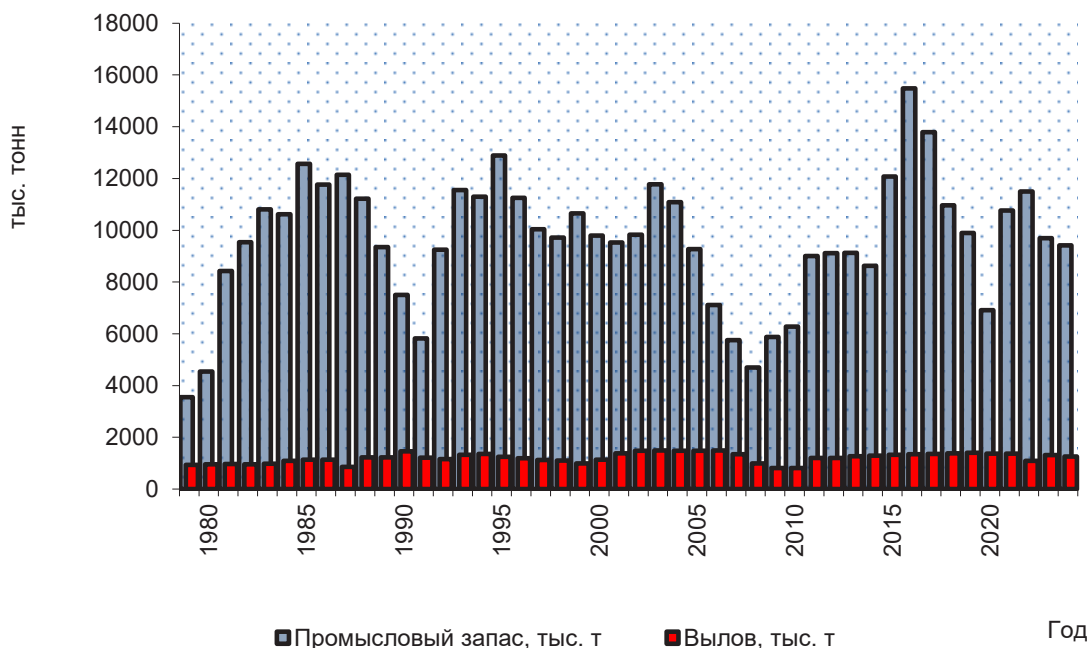
нем ежегодный вылов минтая в восточной части Берингова моря за период 1979–2024 гг. составил 1,2 млн т.

Средне многолетнее соотношение вылова к промысловому запасу составило 12,6%, что свидетельствует об относительно низком уровне освоения запасов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возраст и размеры наступления массового полового созревания подвержены существенной межгодовой изменчивости. Данные качественного состава икры минтая свидетельствуют о том, что максимум нереста наблюдался: в Унимакском районе – в 2-ой декаде марта и 2-ой декаде апреля; в Прибыловском районе – в 3-ей декаде апреля; в Матвеевском районе – в 1-ой декаде мая.

Максимальные концентрации икры в Унимакском районе отмечены в зимний и весенний периоды над глубинами 85–100 и 75–90 м, соответственно. В более северных районах – Прибыловском и Матвеевском, основная масса икры развивалась над изобатами 70–75 м и 115–140 м, соответственно.



**Рис. 8.** Динамика промыслового запаса и вылова минтая в восточной части Берингова моря в 1979–2024 гг.

Нерестовые температуры в период максимума составляли: Унимакский район – 0,3–4,5°C; Прибыловский район – 1,4–4,0°C; Матвеевский – 1,0–2,5°C. Изменчивость максимальных уловов икры минтая прибыловского района варьировала от 1:11 до 1:130, наибольшей устойчивостью характеризовался нерестовый потенциал минтая Унимакского района – от 1:2 до 1:4. Минтай Матвеевского района занимал промежуточное положение – от 1:3 до 1:26.

Сравнение акустических данных распределения особей минтая в период массового нереста с концентрацией основных скоплений икры по данным обловов ИКС-80 показало, что в Унимакском районе они пространственно совпадали. В Прибыловском районе такие совпадения отмечались в 1989, 1990, 1992 гг., тогда как в предыдущие годы – 1985–1988 этого не наблюдалось. В Матвеевском районе, находящимся под влиянием суровых ледовых условий в период размножения, полное совпадение было редкостью и отмечалось лишь дважды – в 1986, 1988 гг., в остальные годы их границы не перекрывались и не совпадали.

В марте личинки обитали над значительными глубинами – 600–2000 м, при благоприятном температурном режиме (3,1–4,5° С), в мезопелагиали, в слое 300–400 м. По мере развития, в апреле, личинки поднимались в более высокие горизонты и дрейфовали в зону внешнего шельфа, где в мае обитали уже над глубинами 100–150 м. Наибольшие уловы личинок весенней генерации наблюдались в середине мая-начале июня. В Унимакском и Прибыловском районах личинки обитали в зоне среднего, в Матвеевском – внешнего шельфа. Для личинок весенней генерации не характерны выраженные пассивные миграции, основные скопления приурочены к нерестилищам, что свидетельствует об отсутствии дрейфа.

Основной причиной изменчивости биомассы является численность поколений, входящих в промысловый запас. В восточной части Берингова моря поколения минтая в возрасте четыре года численностью более 8 млрд шт., существенно превышавшей среднемноголетний уровень (4,3 млрд шт.) отмечались восемь раз. В 1982 г. (1978 г.), 1986 г. (1982 г.), 1993 г. (1989 г.), 1996 г. (1992 г.), 2012 г. (2008 г.), 2016–2017 гг. (2012–2013 гг.), 2022 г.

(2018 г.). Однако рекордным по численности, превысившим значение 1978 г. рождения, оказалось поколение 2018 г., количество особей которого в возрасте четырёх лет достигло 13,3 млрд шт.

В среднем ежегодный вылов минтая в восточной части Берингова моря за период 1979–2024 гг. составил 1,2 млн т. Запасы минтая восточной части Берингова моря обладают высокой устойчивостью. Периоды низких уровней запасов кратковременны и составляют несколько лет. Средне многолетнее соотношение вылова к промысловому запасу составило 12,6%, что свидетельствует об относительно низком уровне освоения запасов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас океанов*. Тихий океан. Главное управление навигации и океанографии. Министерство обороны, 1974. 302 с.
- 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. Особенности размножения рыб и распределение ихтиопланктона восточной части Берингова моря // Известия ТИНРО. 1994. Т. 115. С. 17–56.
- Булатов О.А. Вертикальное распределение икры и личинок минтая // Вопр. рыболовства. 2017. Т. 18. № 3. С. 269–285.
- Расс Т.С. Инструкция по поиску рыбы по плавающей икре // Пекин: Комисс. по рыбохоз. иссл. западной части Тихого океана, 1965. 31с.
- Серобаба И.И. Экология нереста берингоморского минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Вопр. ихтиологии. 1974. Т. 14. Вып. 4. С. 635–644.
- Фадеев Н.С. Распределение и миграции минтая в Беринговом море. М.: ВНИРО, 1991. 54 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 1993. 426 с.
- Bulatov O.A. Reproduction and Abundance of Spawning Pollock in the Bering Sea// Intern. Symp. on Biol. and Managment of Walleye Pollock, Nov. 14–16, Anchorage, Alaska, Univ. of Alaska, Fairbanks. 1989. Alaska Sea Grant Rep. 89–1. Pp. 199–206.
- Bulatov O.A., Pashchenko V.M. Depth distribution and temperature condition of spring spawning of walleye pollock in the eastern Bering Sea // 7–th. Int. Symp. on Reproductive Physiology of Fish. May 18–23. Mie, Japan, 2003. P. 70.
- Ianelli J., Honkalehto T., Wassermann S. et al. Assessment of walleye pollock in the eastern Bering Sea. North Pacific Fishery: Management Council Anchorage, 2024. 211 p.
- Kendall A.W., Jr. Specific gravity and vertical distribution of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) eggs // NOAA AFSC. 2001. Proc. Rep. № 2001–01. 88 p.
- Mito K. Stock assessment of walleye pollock in the Bering Sea under assumption of three stocks // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fisheries. 1990, April 2–5. Khabarovsk, 1990. P. 148–172.
- Nishiyama T., Hirano K., Haryn T. The early life history and feeding habits of larval walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas) in the southeast Bering Sea // Bull. INPFC. 1986. № 45. P. 177–227.
- Stahl J.P., Kruse G.H. Spatial and temporal variability in size at maturity of walleye pollock in the eastern Bering Sea // Trans. Amer. Fish. Society. 2008. V. 137. № ). P. 1543–1557. doi: 10.1577/ T07-099.1
- Walline P.D. The early life history of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the eastern Bering Sea: a summary and reference list // NWAFC Proc. Rep. 1982. 22 p.
- Wespestad V.G., Traynor J.J. Walleye pollock // Condition of groundfish resources of the eastern Bering Sea and Aleutian Islands region in 1987. US Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS F/NWC-139. Seattle, WA. 1988. P. 11–32.

CONDITIONS FOR REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

**REPRODUCTION, STOCKS AND FISHERY  
OF POLLOCK IN THE EASTERN BERING SEA**

© 2025 y. O.A. Bulatov

*State Science Center of the Russian Federation «VNIRO»,  
Russia, Moscow, 105187*

The age and size of the maturity reproduction of pollock individuals are subject to significant interannual variability. The main spawning of pollock on the shelf was observed: in Unimaksky district – in the 2nd decade of March and the 2nd decade of April, above depths of 75–100 m; in Pribilovsky district – in the 3rd decade of April, above depths of 70–75 m; in Matveevsky district – in the 1st decade of May, above depths of 115–140 m. In Unimak district, the main concentrations of pollock during the peak of spawning spatially coincided with the main concentrations of egg. Such coincidences were observed irregularly in the Pribylovsky and Matveevsky districts. In March, the larvae that originated from winter spawning lived not only above significant depths – 600–2000 m, with a favorable temperature regime (3,1–4,5 C), but also in the shelf zone of the Unimaksky district, where the development conditions are more severe. The largest catches of larvae of the spring generation were observed in mid-May and early June. The larvae of the spring generation are confined to the spawning ground, which indicates the absence of drift. The main reason for the variability of stocks is the number of generations included in the fishable stock. From 1980 to 2024, there were 8 high abundance generations. The average annual pollock catch in the area over a 45-year period was 1,2 million tons. Pollock stocks in the eastern Bering Sea are highly stable. Periods of low stock levels are short-lived and last several years. The average long-term exploitation rate was 12,6%, which indicates a relatively low harvest level.

*Keywords:* pollock, spawning, fishery, stocks, egg, larvae.