

ОБЗОРЫ

УДК 639.22.053.7:639.223.5

**ПРОМЫСЕЛ И ЗАПАСЫ МИНТАЯ *THELAGRA CHALCOGRAMMA*:
ВОЗМОЖНА ЛИ «ТУРБУЛЕНЦИЯ»?**

© 2014 г. О. А. Булатов

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140*

E-mail: obulatov@vniro.ru

Поступила в редакцию 01.10.2014 г.

В настоящее время минтай является объектом №2 мирового рыболовства. Основные районы промысла традиционно располагаются в Беринговом и Охотском морях. Крупномасштабный промысел имеет 50-летнюю историю. Средний ежегодный вылов за это время составил более 2,5 млн т. Обнаруженная нестабильность в вылове минтая, связанная с изменчивостью запасов, создает определенные риски при планировании промысла. Полученные автором данные позволили установить статистически достоверную положительную зависимость между глобальным климатическим индексом Тихоокеанского декадного колебания и биомассой минтая в северной Пацифике в 1978–2013 гг. В случае если в северной части Тихого океана наступит похолодание, то это может привести к резкому снижению запасов минтая в традиционных районах промысла — в Беринговом и Охотском морях, тогда как в Японском море, наоборот, ожидается существенный рост запасов.

Ключевые слова: минтай, биомасса, промысел, температура, климат.

ВВЕДЕНИЕ

Минтай является представителем северо-бореальной фауны Тихого океана (Андрияшев, 1937; Световидов, 1948) и широко распространен в северной части Тихого океана. Границы ареала простираются на юге от побережья Республики Корея и Японии до Берингова пролива на север и до побережья Канады на восток (Гриценко и др., 2006). В течение 40 лет минтай является одним из лидеров мирового рыболовства. История крупномасштабного промысла ведет отсчет с начала 1960-х гг. Исторический максимум вылова минтая был отмечен в конце 1980-х гг. и составил чуть меньше 7,0 млн т, позволив занять этому виду первое место в мировом рыболовстве. Несмотря на сокращение вылова минтая в последнее десятилетие, данный вид стабильно занимает вторую позицию в мировом рейтинге. Современный вылов минтая существенно сократился по

сравнению с 1980-ми гг., однако тенденция роста мировых уловов в течение 4 лет имеет восходящий тренд, что позволило в 2012 г. достичь уровня в 3,3 млн т (FAO, 2014).

В настоящее время в сферу промысла, переработки и сбыта продукции из минтая вовлечены значительные материальные и людские ресурсы различных стран (России, США, КНР, Японии, Республики Корея и стран Евросоюза). На протяжении более 30 лет минтай является важнейшим объектом промысла в России и США. За период с 1969 по 2012 гг. общий вылов минтая в дальневосточных морях составил 125,5 млн т (Гаврилов, 2014), а с учетом вылова в 2013 г. — 128 млн т. Если допустить, что цена обезличенной тонны сырца минтая равняется 800 долларов США, то тогда общая стоимость выловленного за этот период минтая составила более 100 млрд долларов США. Поэтому знания о возможных причинах и последстви-

ях, обуславливающих изменчивость запасов и, соответственно, вылова, представляются крайне важными с различных точек зрения.

Автор поставил перед собой цель изучить локальные и глобальные причины изменчивости биомассы и сформулировать «рабочую гипотезу» возможного изменения запасов минтая на среднесрочную и отдаленную перспективу.

ПРОМЫСЕЛ

История промысла минтая в период с 1965 по 2013 гг. свидетельствует о том, что в середине 1970-х гг. рыбаки Японии были бесспорными лидерами с его выловом в 3,0 млн т. Однако в связи с тем, что многие прибрежные страны, в том числе СССР и США, в конце 1970-х гг. ввели исключительные экономические зоны (ИЭЗ), доступ рыбаков Японии к традиционным районам промысла минтая оказался затруднен, что привело к резкому снижению их уловов в середине 1980-х гг. до уровня 1,5 млн т. В дальнейшем, в конце 1980-х гг., США запретили иностранный промысел в своей ИЭЗ, и вылов Японии сократился еще больше. В настоящее время объем добычи составляет всего около 200 тыс. т (рис. 1).

В 1980-е и 1990-е гг. лидерство установилось за СССР, а затем в течение ряда лет его удерживала Россия. В 1986 г. зарегистрирован исторический отечественный максимум вылова — 3,6 млн т. В дальнейшем происходило неуклонное снижение отечественных уловов, и в 2002 г. вылов составил всего 820 тыс. т. Период 2001–2007 гг. характеризовался очередной сменой лидера, в эти годы «законодателем мод» стали США. Однако начиная с 2008 г. Россия вернула себе лидерство, увеличив вылов в два раза по сравнению с началом 2000-х гг. В дальнейшем отечественные рыбаки стабильно вылавливали в наших водах 1,5–1,6 млн т минтая.

Залив Аляска. Промышленное освоение запасов минтая в заливе Аляска началось еще в 1960-е гг. (Megrey, 1989). Вылов постепенно увеличивался и в 1978 г. превысил 100-тысячный рубеж. Обнаруженные в начале 1980-х гг. в проливе Шелихова скопления преднерестового минтая явились причиной наращивания вылова и достижения его исторического максимума в 1985 г. — 307 тыс. т. Следует отметить, что до 1987 г. значительную часть запасов минтая осваивал сначала иностранный флот, а затем совместные компании. Через три года после рекордного вылова в зал. Аляска промысел

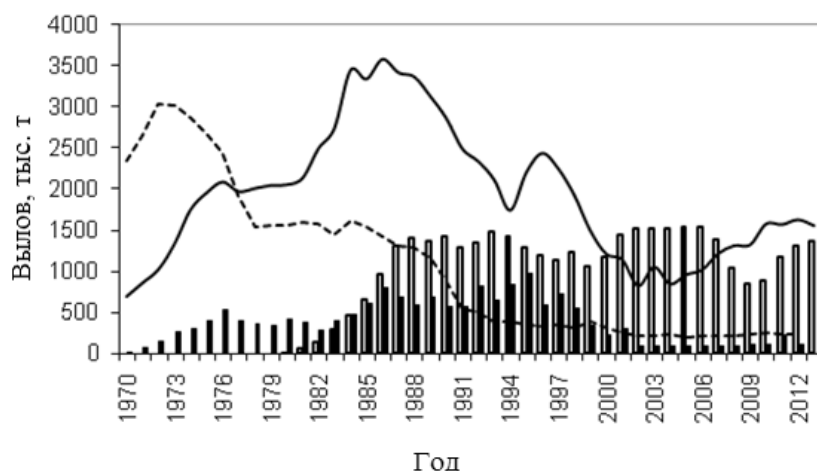


Рис. 1. Вылов минтая различными странами в 1965–2013 гг.: (□) — США, (---) — Япония, (—) — СССР (Россия), (■) — другие.

минтая стал осуществляться исключительно американскими рыбаками. Если в 1990-е гг. удавалось добывать 100 тыс. т и более, то в первом десятилетии 2000-х гг. вылов снизился, составив в среднем 61 тыс. т. Однако в 2012–2013 гг. вновь стали отмечаться годовые уловы более 100 тыс. т (рис. 2). В целом за период с 1965 по 2013 гг. средний ежегодный вылов составил 83 тыс. т. Основной сезон промысла — преднерестовый, основные орудия лова — разноглубинные пелагические тралы.

Берингово море. В послевоенный период промысел минтая в Беринговом море осуществлялся рыбаками Японии, однако объемы вылова были небольшими. Отечественные рыбаки, осваивавшие запасы промысловых рыб в восточной части Берингова моря в конце 1950-х—начале 1960-х гг., не встречали сколько-нибудь значительных промысловых концентраций минтая. В то время основными объектами промысла являлись камбалы, сельдь, треска, палтусы и морские окуни. Исследования Фадеева (1980), основанные на промысловых данных, показали, что в начале 1960-х гг. наблюдалось резкое (10-кратное и более) увеличение численности минтая в прилове, что косвенно указывало на резкое увеличение запасов.

За 50-летнюю историю добычи минтая **восточная часть** Берингова моря стала одним из самых важных промысловых районов. Можно выделить несколько этапов освоения запасов минтая. Первый этап — нерегулируемый промысел (до 1977 г.), он связан с общедоступностью ресурсов минтая; промысел осуществлялся преимущественно японскими рыбаками. Началом широкомасштабного промысла, видимо, следует считать 1964 г., в котором вылов достиг 175 тыс. т. В дальнейшем промысел развивался исключительно динамично, и через 9 лет предшествующий уровень был перекрыт почти в 11 раз. Первый исторический максимум, который составил внушительную величину — 1875 тыс. т, был зарегистрирован в 1972 г. В течение 4 лет (1971–1974 гг.) вылов превышал 1,5 млн т, именно в эти годы отечественным рыбакам удалось достичь рекордного вылова — 310 тыс. т (табл. 1).

Второй этап — регулируемый промысел — начался с 1977 г. с введения 200-мильной ИЭЗ США. Именно с этого времени иностранный вылов в восточной части моря стал жестко регламентироваться. Для нашей страны в этом важном промысловом районе начиная с 1977 г. сначала выделяли квоты, которые оказались существенно ниже вы-

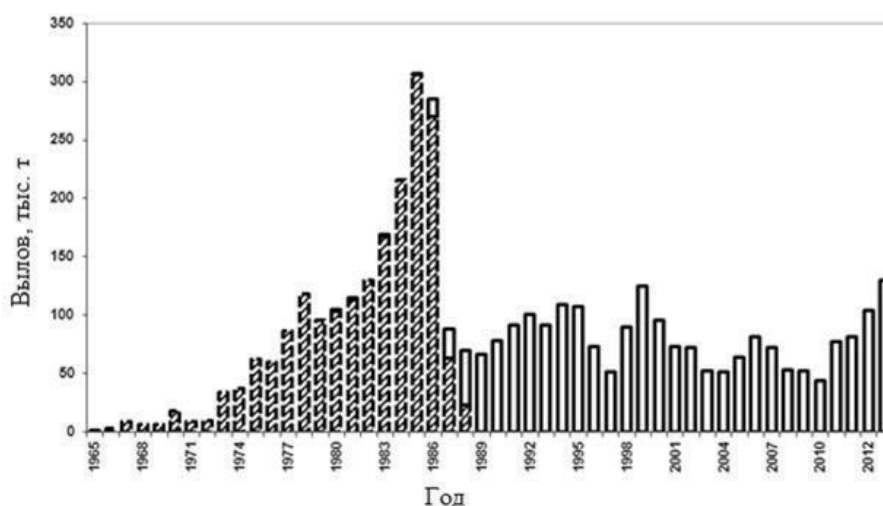


Рис. 2. Вылов минтая в зал. Аляска США (□) и другими странами (■) в 1965–2013 гг.

лова предшествующих лет, а в дальнейшем отечественный промысел был запрещен во все. Аналогичная судьба позднее постигла рыбаков Японии, Южной Кореи, Тайваня, Польши и ФРГ.

Отечественные суда допускались к работе в ИЭЗ США только в качестве процессоров для последующей обработки уловов американских «ловцов» в рамках Советско-

американской компании (САК). Именно в этот период, с середины до конца 1980-х гг., США стали активно осваивать запасы минтая восточной части моря посредством совместных компаний, доля вылова и переработки которых стремительно росли на фоне резкого сокращения иностранного вылова.

В дальнейшем, после 1988 г., вылов минтая рыбаками США, как правило, стал

Таблица 1. Вылов минтая различными странами в восточной части Берингова моря в 1964–1988 гг., тыс. т (по: Wespestad, Traynor, 1988; Mito, 1990)

Год	Япония	СССР	Республика Корея	Другие страны	Совместные предприятия	Всего
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	215	9	0	0	1875
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	982
1984	626	12	169	55	236	1098
1985	585	2	161	23	408	1179
1986	256	0	76	4	853	1189
1987	3	0	0	1	1233	1237
1988	0	0	0	0	1228	1228

превышать 1 млн т. Наиболее значительные ежегодные уловы объемом 1,5 млн т отмечались в 2002–2006 гг., а наименьшие, 0,8 млн т — в 2009–2010 гг. В целом за период с 1965 по 2013 гг. средний ежегодный вылов минтая в восточной части Берингова моря составлял 1154 тыс. т.

Промысел минтая в районе **Алеутских островов** был начат еще в 1960-е гг., однако этот район не играл существенной роли в общем вылове минтая. Наиболее значительные уловы минтая отмечались в конце 1980-х — начале 1990-х гг. Исторический максимум составил 99 тыс. т (1991 г.), наибольший национальный вылов отмечался у рыбаков Японии — 46 тыс. т. Как на шельфе восточной части моря, так и у Алеутских о-вов начиная с 1984 г. доля иностранного вылова снижалась на фоне роста добычи американских и совместных с ними компаний. С 1999 г. по настоящее время данный район утратил промысловое значение, ежегодный вылов здесь составляет всего 1 тыс. т.

Совершенно уникальной является история освоения запасов минтая над **глубокими котловинами**. Первые сведения о результативных тралениях в **анклаве** Берингова моря относятся к 3-й декаде марта 1977 г. В это время БММРТ «Тирасполь» вел успешный промысел минтая в районе с координатами 57°47'–57°55' с.ш. и 179°55' в.д. — 180°00' (Bulatov, 1995). Крупноразмерный минтай, имевший средние размеры около 44 см, облавливался над глубинами 1200–3800 м, в горизонтах 200–300 м. Суточный вылов достигал 70–80 т, уловы на траление — 10–30 т. Промысел рыбаками Японии в этом районе был начат тремя годами позже (Okada, 1986; Dawson, 1989). Вытеснение японских рыбаков из ИЭЗ США, имевшее место в середине и конце 1980-х гг., позволило им освоить новый район промысла, находящийся над Алеутской котловиной, за пределами 200-мильных ИЭЗ СССР и США. Буквально через пару лет, в 1986 г., экспедицией под руководством профессора В. П. Шунтова (ТИНРО-Центр) в советской ИЭЗ был открыт еще один район про-

мысла минтая, теперь уже над Командорской котловиной (Шунтов и др., 1988).

Открытие новых районов промысла над значительными глубинами позволило значительно расширить рамки представлений о биологии минтая. Оказалось, что ареал минтая — не только шельф и свал глубин, этому виду также свойственны протяженные миграции в открытые районы моря, находящиеся над значительными глубинами (Шунтов и др., 1993). Здесь траловый промысел осуществлялся в слое 50–150 м летом и 200–400 м — зимой, над глубинами 1500–3000 м, что ранее было весьма нетипично для этого вида.

Исключительно быстрыми оказались темпы освоения запасов минтая над значительными глубинами. Так, в анклав Берингова моря (район, находящийся за пределами 200-мильных ИЭЗ СССР и США) всего в течение 5 лет, с 1984 по 1989 гг., отмечалось 7-кратное увеличение вылова — до 1,45 млн т (рис. 3). Отсутствие мер регулирования промысла минтая в этом районе создало прецедент широкомасштабного неконтролируемого промысла «третьими» (не прибрежными) странами — Японией, Польшей, Южной Кореей и Китаем (табл. 2).

Основным «игроком», вылов которого превышал 50%, являлась Япония. Однако цифры вылова, предоставленные этой страной, скорее всего занижены. Согласно данным, полученным автором от японских рыбаков, в зимний период 1987–1989 гг. благодаря имеющемуся оборудованию осуществлялась сортировка уловов, позволявшая оставлять исключительно самок минтая, выбрасывая за борт самцов. Доля выбросов составляла, по экспертным оценкам, в среднем около 40%. Таким образом, реальный вылов Японии в конце 1980-х гг. составлял, видимо, более 1 млн т. Существенной в интернациональном вылове была также доля рыбаков Южной Кореи и Польши. Так, в 1988–1990 гг. их национальный вылов составил 343 (23,7%) и 299 (21,4%) тыс. т соответственно. Максимальный вылов отечественных рыбаков был также отмечен в 1989 г. — 151 тыс. т (10,8%).

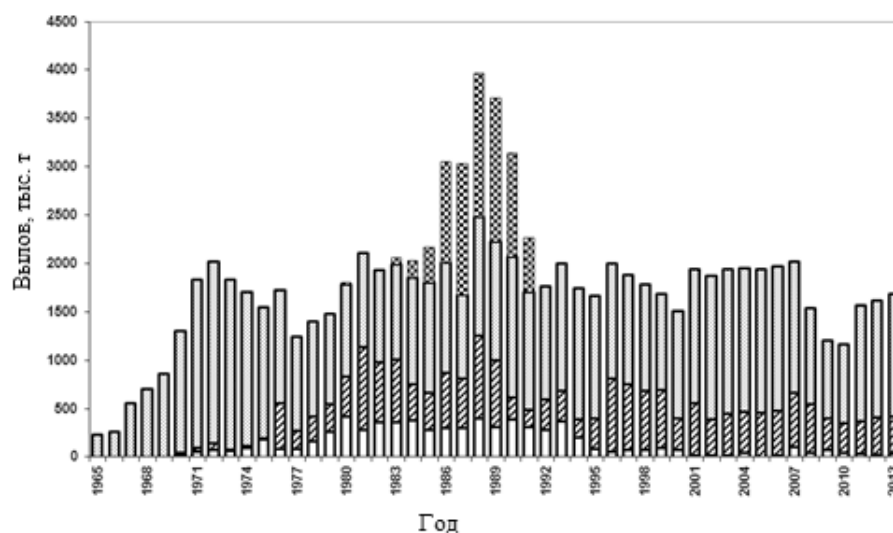


Рис. 3. Вылов минтая в 1965–2013 гг. в различных районах Берингова моря:

(□) — Карагинская подзона, (▨) — восточная часть моря, (▧) — Западно-Беринговоморская зона, (▩) — Богословский район и открытая часть моря.

Таблица 2. Вылов минтая различными странами в анклав Берингова моря в 1980–1993 гг., тыс. т

Год	Япония	Республика Корея	Польша	СССР	Китай	Всего
1980	4	12	0	0	0	16
1981	1	0	0	0	0	1
1982	1	3	0	0	0	4
1983	4	67	0	0	0	71
1984	101	80	0	0	0	181
1985	163	82	116	0	2	363
1986	706	156	163	12	3	1040
1987	804	242	230	34	17	1327
1988	750	269	299	61	18	1397
1989	655	343	269	151	31	1448
1990	417	244	233	5	28	917
1991	140	78	55	3	17	293
1992	3	4	0	0	4	11
1993	0	1	1	0	0	2

Рыбаки США вели промысел минтая исключительно в своей ИЭЗ — в районе, примыкающем к о-ву Богослов, где максимальный вылов был зарегистрирован в 1987 г. и составил 377 тыс. т.

Известно, что общий вылов зависит от суммарного промыслового усилия, воздействующего в течение определенного времени на запас, т.е. от интенсивности промысла. Анализ продолжительности лова минтая в

анклаве Берингова моря показал, что у всех основных стран отмечалась тенденция роста интенсивности промысла. Например, рыбаки Японии и Кореи с 1984 по 1990 гг. наращивали интенсивность промысла соответственно с 22,7 до 135,4 и с 9,9 до 102,8 тыс. ч. Та же тенденция отмечена у рыбаков Польши, у которых в течение 1984–1991 гг. происходило наращивание интенсивности промысла с 15,7 до 77,7 тыс. ч, сменившееся в 1991 г. резким снижением до 31,6 тыс. ч. Суммарная интенсивность промысла в течение пяти лет (1985–1990 гг.) возросла в шесть раз, после чего в течение одного года (1991 г.) снизилась в два раза в связи с его низкой эффективностью.

Сопоставление продолжительности промысловых операций Японии, Кореи и Польши с данными уловов на усилие и общим выловом показало, что в период 1985–1987 гг. рост интенсивности лова сопровождался ростом вылова. В дальнейшем на фоне снижающихся уловов на стандартное усилие вылов удерживался на относительно

высоком уровне благодаря увеличившейся интенсивности лова.

Ситуация кардинально начала меняться начиная с 1990 г., когда увеличение суммарной интенсивности промысла до 316 тыс. ч (+23,0% по сравнению с 1989 г.) привело к снижению вылова до 917 тыс. т (–36,7% по сравнению с 1989 г.). Основной причиной этого явилось снижение улова на стандартное усилие, которое отмечалось у всех стран-участниц промысла минтая в анклаве Берингова моря. Таким образом, представленная динамика промысловых показателей является иллюстрацией классического «перелома» (рис. 4).

История развития промысла минтая в **Наваринском районе** ведет начало с довоенного времени. Однако широкомасштабный промысел здесь начался лишь в конце 1970-х гг. Этому предшествовали следующие обстоятельства. Во-первых, научные исследования, выполненные совместными экспедициями ВНИРО и ТИНРО в 1958–1964 гг., позволили еще в то время сделать вывод о

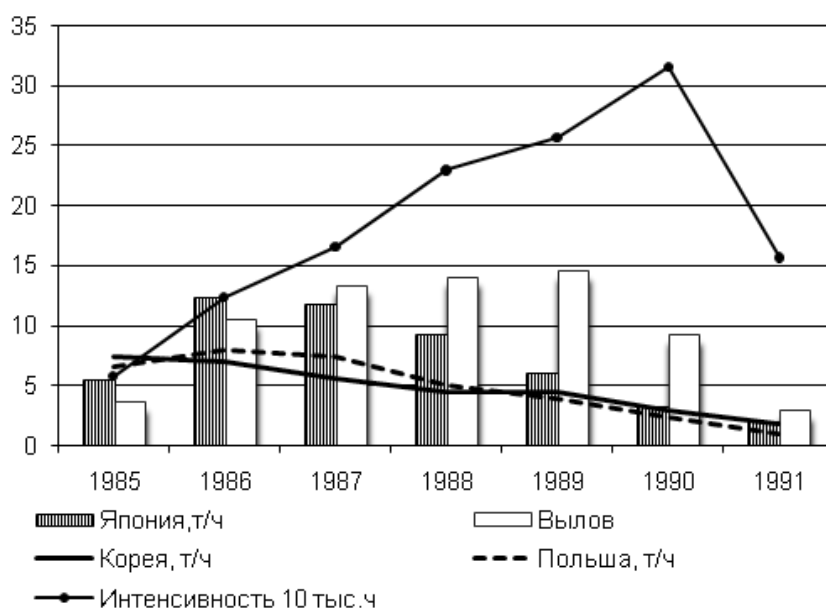


Рис. 4. Интенсивность промысла, уловы на 1 ч траления и вылов минтая (100 тыс. т) в анклаве Берингова моря в 1985–1991 гг.

перспективности тралового промысла в северо-западной части Берингова моря (Котенев, 1970). Во-вторых, когда в конце 1970-х гг. средне- и крупнотоннажный флот СССР был вытеснен из ИЭЗ США, возникла проблема обеспечения рыбной промышленности сырьевой базой. Поисковые работы показали перспективность Наваринского района для промысла минтая. Если в 1975 г. вылов здесь составлял 12 тыс. т, то уже в 1976 г. он резко увеличился до 466 тыс. т, а в 1981 и 1988 гг. были достигнуты исторические максимумы — 854 и 852 тыс. т соответственно. Высокая величина вылова отмечалась также в 1996 г. — 763 тыс. т. В период с 2000 по 2013 гг. максимальный вылов зафиксирован в 2007 г. — 568 тыс. т, минимальный (несколько больше 300 тыс. т) — в 2000 и 2010 гг. Обращает на себя внимание тот факт, что наблюдающиеся один-два раза в 10-летие значения максимумов уловов постоянно снижаются: 852—854, 763, 568 тыс. т.

Таким образом, за период широко-масштабного промысла с 1976 по 2013 гг. средний ежегодный вылов минтая в Наваринском районе (Западно-Берингоморская зона) составлял 450 тыс. т.

Промысел минтая в Карагинской подзоне (западная часть моря) был начат в 1960-е гг. Впервые значительный улов минтая был отмечен в 1975 г. — 176 тыс. т, в дальнейшем произошло почти двукратное снижение уловов. С 1978 г. в связи с вытеснением наших рыбаков из ИЭЗ США этот район стал играть важную роль для отечественного рыболовства. Первый максимум вылова — 401 тыс. т — был отмечен в 1980 г. В дальнейшем вылов оставался на высоком уровне, изменяясь от 271 до 356 тыс. т, и в 1988 г. был зарегистрирован очередной максимум — 401 тыс. т. Период устойчивых уловов продолжался до 1994 г., после чего объемы вылова резко сократились, и в 2000 г. уже не превышали 68 тыс. т. В дальнейшем в связи с резким снижением запасов специализированный промысел был временно запрещен, и вылов минтая осуществлялся в качестве прилова при промысле других видов.

Средний ежегодный вылов минтая в западной части Берингова моря в период 1970—2013 гг. составил 156 тыс. т, что существенно выше современного вылова.

Подводя итог 50-летней истории широкомасштабного промысла минтая в Беринговом море, следует отметить, что в 1980-е гг. рекордные объемы вылова минтая отмечались в Западно-Берингоморской зоне (Наваринский район), Карагинской подзоне (западной части моря) и над глубокowodными котловинами. В восточной части моря максимумы отмечались в 1971—1974, 1990 и 2002—2006 гг., а у побережья Алеутских островов — в 1991 г. Несмотря на существенную изменчивость объемов вылова, восточная часть моря и Наваринский район (Западно-Берингоморская зона) на протяжении многих лет являются ключевыми районами промысла минтая в Беринговом море.

Исторический максимум уловов минтая отмечен в 1988 г., когда он достиг 4 млн т (рис. 3) и составил 60,0% от мирового улова. Более 40 лет (с 1971 по 2013 гг.) вылов относительно стабилен и составляет около 1,8 млн т (без учета минтая анклава).

Охотское море. Отечественный промысел минтая начался в 1960-е гг. у побережья Западной Камчатки. Первый значительный вылов отмечен в 1962 г., а в 1965 г. начался широкомасштабный промысел (Фадеев, Веспестад, 2001); вылов вплотную приблизился к отметке 300 тыс. т, быстро нарастал и в 1968 г. произошло его более чем двукратное увеличение — 675 тыс. т. Через 7 лет вылов был вновь двукратно увеличен. Первый исторический максимум уловов был отмечен в 1975 г. и составил значительную величину — 1,3 млн т. Следует отметить, что в этот период промысел минтая осуществлялся исключительно в восточной части моря, у побережья Западной Камчатки. В дальнейшем произошло 2,5-кратное снижение уловов до 482 тыс. т.

Второй период высоких уловов — 1,5 млн т и более (рис. 5) — наблюдался в течение 1984—1997 гг. Бурному росту вы-

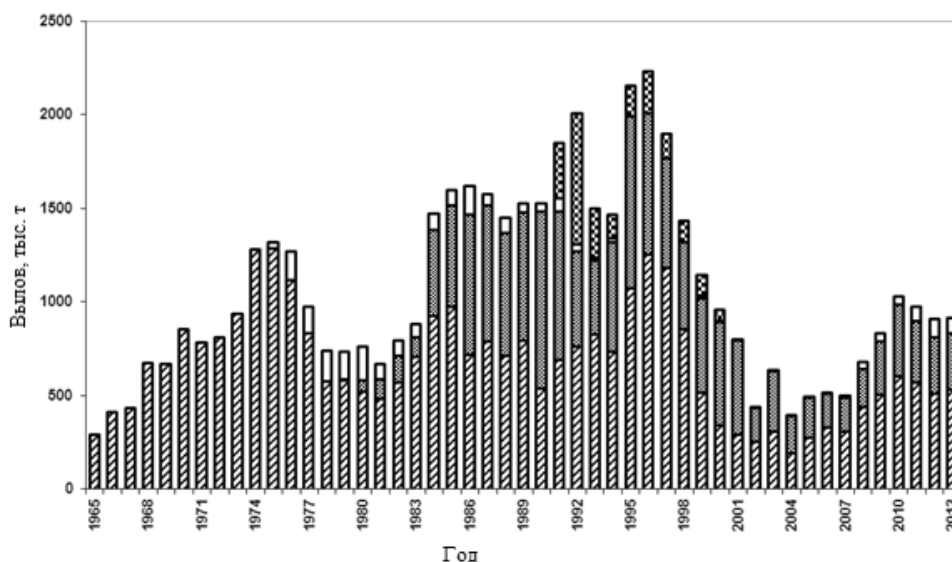


Рис. 5. Вылов минтая в 1965–2013 гг. в различных районах Охотского моря, тыс. т: (▨) — Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны, (▤) — Восточно-Сахалинская подзона, (▥) — Северо-Охотоморская подзона, (□) — открытая часть моря.

лова способствовало открытие нового района промысла, расположенного в северной части Охотского моря. Затем вновь наступил период низких уловов, их минимум был отмечен в 2004 г. и составил 394 тыс. т. К 2009 г. произошло существенное увеличение вылова до 864 тыс. т, а в 2010 г. вылов превысил 1 млн т, после чего вновь началось снижение уловов.

С учетом того, что статистика у побережья Западной Камчатки долгие годы велась без разбивки на Камчатско-Курильскую и Западно-Камчатскую подзоны, а в последние годы эти подзоны для промысла минтая вновь объединяются, то в настоящем сообщении данные по вылову минтая будут также просуммированы. Достигнутый максимум вылова в середине 1970-х гг. сменился значительным сокращением вылова и в 1981 г. достиг «дна» — 482 тыс. т, уменьшившись от максимальных значений в 2,5 раза. Через 20 лет после первого максимума отмечен второй, в это время (1995–1997 гг.) вылов превысил 1 млн т, а улов 1996 г. вплотную приблизился

к максимуму 1970-х гг. и составил 1,25 млн т. В течение ряда лет вылов последовательно снижался и в 2004 г. достиг исторического «дна» — 192 тыс. т, сократившись от максимума в 6 раз. Однако следует отметить, что это официальные данные статистики вылова, которые не учли незаконный, нерегулируемый и несообщаемый (ННН) промысел. В действительности, по экспертной оценке автора, вылов в этот период снизился в 2–3 раза. В 2010 г. он существенно вырос и достиг уровня 630 тыс. т. Средний ежегодный вылов минтая в объединенных Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзонах за период 1965–2013 гг. составил 665 тыс. т.

История промысла в Северо-Охотоморской подзоне ведет отсчет с 1980 г. Если в 1979 г. вылов минтая здесь составил всего 1 тыс. т, то через год он вырос до 60 тыс. т, а в 1990 г. отмечен исторический максимум вылова — 946 тыс. т (рис. 5). В 1993 г. произошло значительное, 2,5-кратное, сокращение улова — 391 тыс. т, но в 1995 г.

900-тысячный рубеж был вновь преодолен. В первое десятилетие 2000-х гг. вылов находился на низком уровне — менее 200 тыс. т, что примерно в пять раз меньше зарегистрированного максимума. Средний ежегодный вылов минтая в Северо-Охотской подзоне за период 1980—2013 гг. составил 435 тыс. т.

Вылов минтая в Восточно-Сахалинской подзоне был начат в 1975 г. и составил 35 тыс. т. Всего через пять лет был достигнут исторический максимум — 182 тыс. т, после чего в 1983 г. произошло значительное снижение объемов добычи — до 72 тыс. т, а в 1986 г. вновь были отмечены высокие уловы — 152 тыс. т. В дальнейшем вылов стремительно сокращался, а в 1995—2006 гг. практически отсутствовал. В последние годы вылов вновь стал стремительно возрастать и в 2012 г. достиг высокого уровня — 96 тыс. т. Таким образом, вылов минтая в Восточно-Сахалинской подзоне за исследуемый период был весьма вариабелен, а в отдельные годы даже отсутствовал. Средний ежегодный вылов за период 1975—2013 гг. составил 56 тыс. т.

Вылов минтая в открытой части Охотского моря, находящейся за пределами 200-мильной ИЭЗ России развивался очень стремительно. Основной причиной этого явилось ухудшение промысловой обстановки в открытой части Берингова моря, поэтому промысловый флот Японии, Южной Кореи, Польши стал осуществлять промысел в привычном режиме — в районе за пределами ИЭЗ. Согласно данным Фадеева и Веспестада (2001), исторический максимум в этом районе наблюдался в 1992 г., когда иностранный нерегулируемый вылов вплотную приблизился к отметке 700 тыс. т. В 2001 г. вылов был прекращен, однако за период с 1991 по 2000 гг. в среднем здесь ежегодно вылавливалось 219 тыс. т минтая.

Исходя из приведенной выше истории промысла минтая в Охотском море, насчитывающей более 40 лет, следует, что ежегодный вылов без учета открытой части моря в среднем составлял 1,156 млн т.

Японское море. Японское море представляет южную границу ареала минтая. Промысел минтая в Восточно-Корейском заливе Японского моря стал осуществляться более 300 лет назад. В течение XX в. в водах Кореи наблюдалось несколько периодов высоких уловов — в конце 1930-х — начале 1940-х, второй половине 1950-х, середине 1960-х — начале 1970-х и в начале 1980-х гг. Интересной особенностью являлось то, что периоды низких уловов минтая сопровождались увеличением уловов скумбрии и сардины (Гаврилов, Безлюдный, 1986). Согласно данным Фадеева и Веспестада (2001), максимальный вылов КНДР составил 1852 тыс. т (1983 г.). В это сейчас трудно поверить, но корейские ученые называли рекордным объем вылова в 1984 г. — 2,1 млн т (Chikuni, 1989 — цит. по: Фадеев, 2005). Всего через пять лет произошло «обвальное» снижение вылова, и в 1988 г. в водах КНДР было выловлено всего 161 тыс. т (рис. 6). В дальнейшем снижение вылова продолжилось, однако, насколько реальных значений оно достигло, судить весьма трудно, так как начиная с 1997 г. КНДР представляла в ФАО информацию о стабильном ежегодном вылове в 60 тыс. т, который представляется нереальным.

История промысла минтая у побережья Республики Кореи также драматична. В 1960-е гг. вылов здесь не превышал 10—20 тыс. т, а в конце 1970-х отмечено значительное увеличение вылова — до 100—120 тыс. т (Шунтов и др., 1993). Исторический максимум вылова составил 166 тыс. т (1981 г.), а через 11 лет произошло 11-кратное уменьшение вылова — до 15 тыс. т. В дальнейшем объемы вылова устойчиво снижались и достигли минимума в 2000 г., составив всего 0,7 тыс. т. С 2008 г. промысел практически прекратился, что привело к 8-кратному росту цены минтая на внутреннем рынке (Kim et al., 2014). За поимку каждого экземпляра минтая теперь назначается даже денежное вознаграждение. В настоящее время промысел минтая рыбаками Республики Корея осуществляется исключительно в ИЭЗ России.

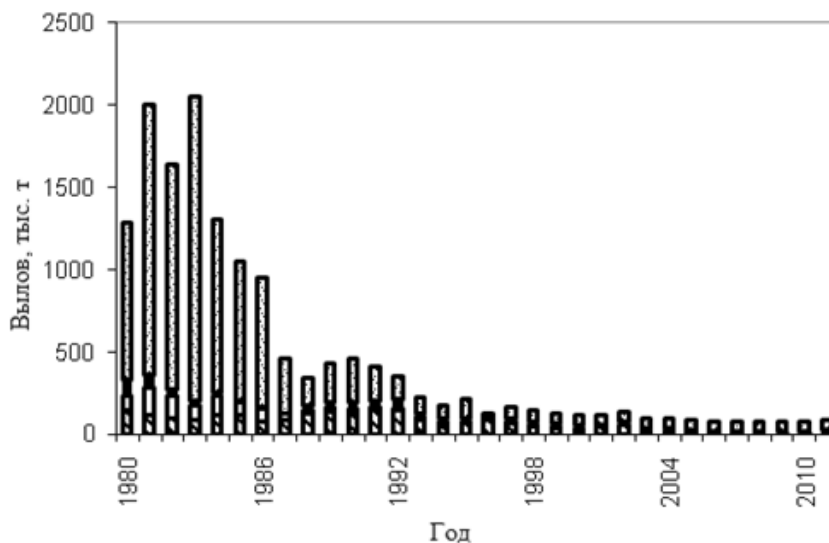


Рис. 6. Вылов минтая в Японском море в 1980–2011 гг. разными странами: (▨) — Япония, (□) — Республика Корея, (■) — СССР (Россия), (▣) — КНДР.

Таким образом, минтай у побережья Южной Кореи в последние годы стал «раритетом».

В российских водах Японского моря промысел минтая осуществляется с 1930-х гг. (Кагановская, 1950), однако существенное наращивание вылова произошло в начале 1950-х гг. Максимум вылова у побережья Приморского края (основной промысел велся в заливе Петра Великого) отмечен в начале 1960-х гг. и составил 80 тыс. т (Шунтов и др., 1993), в конце 1970-х — середине 1980-х с учетом японского промысла в северном Приморье был отмечен исторический максимум вылова — 136 тыс. т (Гаврилов, 1998 — цит. по: Зверькова, 2003). В дальнейшем вылов существенно снизился и к настоящему времени стабилизировался на крайне низком уровне, что вызвано депрессивным состоянием запасов.

У западного побережья о-ва Сахалин отечественный промысел успешно велся в 1960-е гг., в 1965 г. был отмечен исторический максимум вылова — 45 тыс. т (Зверькова, 2003), а в дальнейшем произошло значительное снижение уловов — до 25 тыс. т. С конца 1990-х гг. по настоящее время промы-

сел отсутствует в связи с депрессивным состоянием запасов.

У побережья о-ва Хоккайдо промысел минтая был начат в 1902 г. (Maeda, Nakatani, 1989). В 1920, 1935, 1952 гг. вылов достигал максимумов — более 17 тыс. т, а в конце 1950-х превысил 100 тыс. т и держался на этом уровне продолжительное время. Исторический максимум вылова отмечен в начале 1990-х гг. — 146 тыс. т, в конце 1990-х произошло значительное снижение вылова до 52–56 тыс. т (Tsuji, 1972 — цит. по: Зверькова, 2003). После 2007 г. объемы добычи настолько сократились, что не превышали 20 тыс. т.

Таким образом, многолетняя история промысла минтая в Японском море свидетельствует о высокой степени его изменчивости: достигнув «расцвета» в начале 1980-х, когда вылов превышал 2 млн т, уловы «обвалились» до 35 тыс. т (без учета вылова КНДР), что в 60 раз меньше максимального значения. Из этого можно сделать вывод о том, что в этом районе данный вид рыболовства имеет высокую степень риска.

Тихоокеанские воды. В тихоокеанских водах Камчатки и у побережья Северных Курильских островов промысел минтая японскими рыбаками начался в 1960-х гг. (Антонов, 2011). Если в начале десятилетия вылов составлял всего 5 тыс. т то в конце 1960-х объемы значительно возросли и достигли 400 тыс. т (Зверькова, 2003). Отечественный траловый промысел был начат в 1968 г., однако до середины 1970-х гг. уловы не превышали 50 тыс. т. Существенный рост уловов наблюдался в конце 1970-х: исторический максимум отмечен в 1977 г., когда совместно с японскими рыбаками удалось выловить более 600 тыс. т минтая (Антонов, 2011). В дальнейшем, в 1990-е гг., вылов стал стремительно сокращаться — с 220–270 до 45–70 тыс. т — и достиг минимума в 2003 г. — 22 тыс. т. Затем, с 2004 по 2012 гг., вылов неуклонно возрастал и достиг максимума в 210 тыс. т.

У тихоокеанского побережья Южных Курильских островов наиболее высокие уловы минтая отмечались в 1980-е гг. Исторический максимум зафиксирован в 1986 г. (400 тыс. т), однако всего через 10 лет вылов катастрофически снизился, уменьшившись более чем в 130 раз. Период низких уловов продолжался вплоть до 2008 г., после чего наблюдался неуклонный рост вылова до 2012–2013 гг.

У тихоокеанского побережья Японии до начала 1960-х гг. объемы вылова не превышали 20 тыс. т, однако в конце 1960-х вылов вырос в несколько раз. В 1981 г. он достиг исторического максимума в 295 тыс. т, в дальнейшем же наблюдалось его снижение, а в 1996 г. уловы сократились в 2,5 раза — до 112 тыс. т. В 1999 г. уловы вновь возросли до 245 тыс. т, затем вновь отмечалось снижение до 100 тыс. т.

Таким образом, в разных районах промысла, связанных с тихоокеанскими водами, наблюдалась высокая вариабельность уловов минтая, что делает данный вид промысла весьма рискованным, а планирование — неопределенным.

ДИНАМИКА ЗАПАСОВ

Исследования, направленные на оценку запасов минтая, являются исключительно важным направлением рыбохозяйственных исследований. Полученные результаты становятся отправной точкой для дальнейших расчетов прогнозируемой биомассы и общего допустимого улова. Несмотря на исключительно важное прикладное значение данных исследований, сколь-нибудь стройная система взглядов по использованию унифицированных методов оценки и прогнозирования биомассы отсутствует. В настоящее время известно множество методов оценки запасов минтая, но практически каждый из них имеет свои недостатки. Для того чтобы корректно сравнивать динамику запасов, необходимо на протяжении достаточно продолжительного времени применять единую методику оценки биомассы, что позволяет нивелировать недостатки метода. Какой же ряд наблюдений может быть достаточным? Практика показала, что непрерывный ряд наблюдений продолжительностью 20–30 и более лет может быть вполне достаточным и позволяет проследить динамику запасов.

Залив Аляска. В зал. Аляска прямые учетные работы включали тралово-акустические исследования, ихтиопланктонные съемки, донные траловые съемки, однако непрерывные ряды наблюдений составляли не более 18 лет, чего явно недостаточно. С учетом того, что промысел в данном районе существует более 30 лет, предпочтительнее использовать методы математического моделирования.

Именно такой подход применили Дорн и его коллеги (Dorn et al., 2011, 2013), что позволило оценить динамику биомассы в период с 1977 по 2013 гг. Расчеты показали, что сначала промысловая биомасса составляла 774 тыс. т. В 1982 г. благодаря вступлению в промысловую часть популяции высокоурожайного поколения 1978 г. и урожайных поколений 1977, 1979 гг. рождения запас увеличился более чем в 4

раза — до 3,3 млн т. В 1986 г. произошло двукратное снижение биомассы — до 1,5 млн т, в дальнейшем (1987–1992 гг.) отмечался некоторый рост запасов до уровня 1,7–1,8 млн т. С 1992 г. запасы начали устойчиво снижаться и в 2007 г. достигли «дна» — 485 тыс. т, однако потом вновь отмечался рост биомассы. Вступление в промысловую часть урожайного поколения 2007 г. рождения привело в 2010 г. к существенному росту запасов — до 1,3 млн т, в дальнейшем наблюдалось небольшое снижение. Средняя биомасса минтая в зал. Аляска за период 1977–2013 гг. составила 1,3 млн т (рис. 7).

Изучение динамики изменения запасов аляскинского минтая в исследуемый период показало, что запасы выше среднего уровня отмечались в 1979–1994 гг., а ниже среднего — в 1995–2013 гг. Таким образом, несмотря на присутствие урожайных поколений, запас восстанавливался медленно, и в течение последних 19 лет лишь в 2010 г. достиг среднеегоголетнего уровня.

Берингово море, восточная часть.

В восточной части Берингова моря первые данные по биологии минтая были собраны

отечественными учеными в 1959–1961 гг. Если в начале 1960-х гг. минтай в научных уловах составлял незначительную часть — 6,0% (Серобаба, 1979), то в конце 1960-х — начале 1970-х доля минтая в уловах возросла на порядок и достигла 73–75%. Таким образом, сообщение Фадеева (1980), основанное на промысловых данных, и материалы Серобабы (1979), базирующиеся на научных данных, косвенно свидетельствуют о том, что в тот период запасы минтая в восточной части моря в течение 10 лет значительно возросли.

Ежегодный мониторинг запасов донных рыб и беспозвоночных в восточной части моря, основанный на выполнении донных траловых съемок, проводится учеными Аляскинского рыбохозяйственного центра с 1982 г. Исследования выполняются по стандартным методикам, стандартной сетке станций, улов полностью разбирается, и особи каждого вида отдельно взвешиваются. Поэтому можно считать полученные данные в значительной мере сравнимыми. Однако использование в расчетах коэффициента уловистости, равного 1,0, существенно занижает представление о запасах, хотя позволяет использовать полученные значения

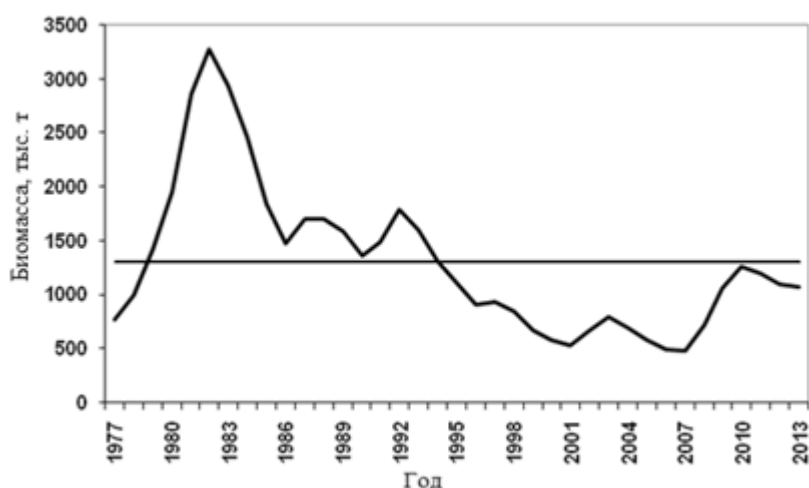


Рис. 7. Динамика биомассы минтая зал. Аляска в 1977–2013 гг. (по: Dorn et al., 2013).

в качестве индексов при математическом моделировании. Согласно полученным данным, запасы минтая в период 1983–1995 гг. находились на среднемноголетнем и высоком уровне. Значительное снижение промысловой биомассы отмечено в 1998 г. — до 2,2 млн т. Следующий период (1999–2005 гг.), за исключением 2003 г., характеризовался относительно стабильными, на уровне среднемноголетних, значениями биомассы. Исторический максимум биомассы отмечен в 2003 г. — 8,1 млн т. В дальнейшем запасы находились ниже среднемноголетнего уровня, а в 2009 г. вновь было зарегистрировано минимальное значение — 2,2 млн т. Однако после этого рост запасов принял характер устойчивой тенденции и в 2013 г. вплотную приблизился к среднемноголетнему значению — 4,5 млн т (рис. 8).

Математическое моделирование, основанное преимущественно на данных

промысловой статистики, позволяет получить более объективное представление об изменчивости запасов с 1965 по 2013 гг. Согласно данным Ианелли с соавторами (Ianelli et al., 2013), период с 1965 по 1971 гг. характеризовался 3,5-кратным ростом промысловой биомассы — с 2,0 до 6,9 млн т. Таким образом, данные математического моделирования также показали резкий рост запасов минтая в конце 1960-х — начале 1970-х гг., что совпадает с результатами отечественных ученых (Серобаба, 1979; Фадеев, 1980). Однако в дальнейшем произошло двукратное снижение запасов, и в 1974–1979 гг. промысловая биомасса достигла «дна», сохраняясь в эти годы на уровне 3,3 млн т. Вступление в промысел экстремально урожайного поколения 1978 г. рождения привело к стремительному росту промысловой биомассы, и в 1983 г. был превышен 10-миллионный рубеж, а в 1985 г. отмечен первый максимум — 12,4 млн т.

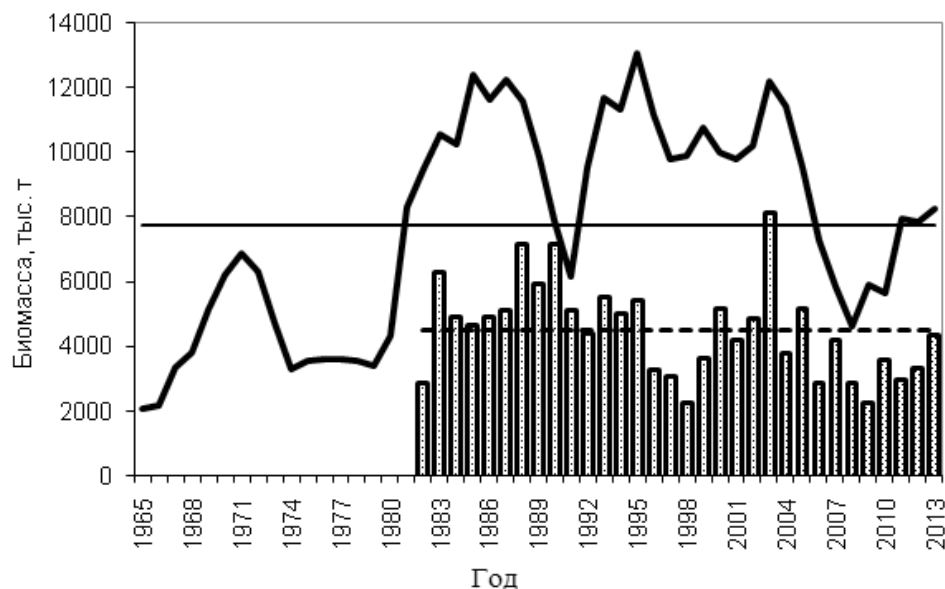


Рис. 8. Динамика промыслового запаса минтая восточной части Берингова моря в 1965–2013 гг. по данным когортной модели (—) и по данным донных траловых съемок (штрихованная линия) в 1982–2013 гг.; средняя биомасса: по моделированию (—) и траловым съемкам (— —) (по: Ianelli et al., 2013).

Период высокого уровня запасов продолжался до 1988 г., но затем сменился достаточно стремительным двукратным снижением промысловой биомассы, которая в 1991 г. достигла минимального уровня — 6 млн т. Однако восстановление запасов произошло очень быстро благодаря вступлению в промысел высокоурожайного поколения 1989 г. рождения. С 1992 по 2005 гг. наблюдался высокий уровень запасов, именно в это время размер биомассы не снижался менее 9,5 млн т, а в 1995 г. был превышен предыдущий и достигнут новый исторический максимум — 13 млн т (рис. 8). Высокий уровень запасов минтая в период 1992–2005 гг. обеспечивался урожайными поколениями 1989, 1992, 1996, 2000 гг. рождения. В дальнейшем отсутствие урожайных поколений привело к трехкратному снижению запасов в 2008 г. — до 4,6 млн т, что явилось самым низким значением за более чем 25-летний период времени. С 2009 по 2013 гг. наблюдается устойчивый рост биомассы благодаря вступлению в промысловую часть запаса особей минтая, рожденных в 2006 и 2008 гг.

Подводя итог 40-летней истории мониторинга запасов минтая, следует отметить, что периоды высокого уровня запасов были продолжительны, а минимумы, наоборот, весьма короткими. Отсюда следует, что запасы минтая восточной части Берингова моря обладают высокой устойчивостью и быстро восстанавливаются. Соотношение высокой и низкой биомасс составило 2:1, 3:1. Средняя биомасса для периода 1965–2013 гг. оказалась на весьма высоком уровне — 7,8 млн т.

Глубоководные котловины. Изучению оценки состояния запасов минтая, обитающего над значительными глубинами, посвящено немало работ (Okada, 1986; Булатов, 1987, 1988; Шунтов и др., 1988; Sasaki, 1989, 1990; Bulatov, Sobolevskiy, 1989; Karp, Traunor, 1989; Sobolevskiy et al., 1989; Булатов, Соболевский, 1990; Sasaki, Yoshimura, 1990; Horbowy, Janusz, 1990; Радченко, Соболевский, 1992; Шунтов и др., 1993; Bulatov, 1995; Ianelli et al., 2006, 2007).

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 была определена цифрой 0,84 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 пятикратное увеличение запасов (Sasaki, 1989). Самые высокие значения биомассы минтая глубоководной части Берингова моря, по данным акустических работ, были отмечены в 1987 г. японским ученым Сасаки (Sasaki, 1989) и составили 9,1 млн т, что в восемь раз выше оценки 1983 г. Столь резкий рост биомассы минтая за относительно короткое время ранее в литературе описан не был. Дальнейшие исследования показали, что в зимний период 1989 г. произошло резкое сокращение запасов — до 2,8 млн т (Sasaki, 1990).

Необходимо особо подчеркнуть, что при оценке запасов американскими и польскими учеными делались попытки использовать математические методы, основанные на данных промысловой статистики. По данным американских ученых, биомасса в течение пяти-шести лет плавно росла и достигла максимума в 1984 г. — 6,4 млн т, а в дальнейшем за четыре года снизилась до 0,9 млн т, уменьшившись в семь раз от максимума. Польские ученые (Horbowy, Janusz, 1990) также отмечали максимум биомассы в середине 1980-х гг., однако их оценки имели значения в 3,5 раза больше. Несмотря на разброс оценок, тенденция сокращения запасов также отмечалась во второй половине 1980-х гг.

В течение ряда лет автор в данном районе с прилегающими к нему свалу глубин и внешнему шельфу в зимне-весенний период оценивал нерестовый запас по данным ихтиопланктонных съемок. Оказалось, что в 1979 г. биомасса нерестового запаса состав-

ляла всего 0,3 млн т, через пять лет отмечен 20-кратный «скачок» биомассы (Булатов, 2003), а через 6 лет — 34-кратный, что является совершенно уникальным явлением «взрывного» роста биомассы, которое не свойственно шельфовому минтаю.

Гидроакустические работы, выполнявшиеся отечественными исследователями в юго-восточной части Алеутской котловины в зимний период 1984 г. на научно-промысловом судне «Дарвин», позволили оценить промысловый запас, который составил 12,4 млн т (коэффициент уловистости в расчетах принимался равным 0,4). Гидроакустические съемки, регулярно выполнявшиеся американскими учеными у о-ва Богослова с 1991 г., показали, что снижение запасов приняло форму устойчивой тенденции, признаков роста биомассы не наблюдается, запасы

находятся в длительной депрессии (Ianelli et al., 2013).

В течение 1986–1990 гг. в глубоководной части Берингова моря, включая Командорскую котловину, отечественными учеными выполнялись широкомасштабные траловые съемки. Полученные материалы позволили определить уровень промыслового запаса и его динамику (Шунтов и др., 1988; Sobolevskiy et al., 1989; Bulatov, 1995), что было особенно важно в условиях широкомасштабного нерегулируемого промысла «третьими странами»: Японией, Польшей, Кореей, Китаем. Самые высокие значения биомассы минтая над Командорской котловиной отмечены в 1987 г. — 4,3 млн т.

Как видно из табл. 3, разброс биомассы, полученной разными авторами, достаточно ощутим, однако, несмотря на это,

Таблица 3. Оценка запасов минтая над глубоководной частью Берингова моря в 1978–1990 гг., выполненная с помощью различных методов, млн т

Год	Анклав			Богословский район		Командорская котловина
	Гидроакустический метод, Япония	Когортный анализ		Гидроакустический метод	Ихтиопланктонный метод	Траловый метод
		США	Польша			
1978	0,8	-	-	-	-	-
1979	-	0,3	-	-	0,3	-
1980	-	2,3	-	-	0,3	-
1981	-	3,5	-	-	0,7	-
1982	-	4,6	-	-	1,7	-
1983	1,1	5,6	-	-	3,2	-
1984	-	6,4	-	12,4	6,4	-
1985	5,2	6,2	21,7	-	10,2	-
1986	-	5,0	19,1	-	-	2,6
1987	9,1	3,8	15,9	-	-	4,3
1988	4,4	2,4	19,0	2,4	-	3,2
1989	2,8	0,9	15,3	2,1	-	1,0
1990	-	-	-	-	-	0,4

тенденция роста и снижения запасов совпадает.

Несомненным недостатком представленных данных является разнообразие методов и короткие ряды наблюдений. Коллективу авторов из Аляскинского центра рыбохозяйственных исследований удалось применить единый подход оценки запасов, основанный на математическом моделировании (Ianelli et al., 2006). Согласно данным указанных авторов, в 1977 г. биомасса минтая уже составляла 1,9 млн т, а в 1983 г. увеличилась в шесть раз до 12,8 млн т. Однако феноменальный рост биомассы минтая, размножающегося у о-ва Богослова, который наблюдался в начале 1980-х гг., быстро закончился, сменившись обвальным падением биомассы и ее сокращением в 1992 г. в 16 раз по сравнению с историческим максимумом. В дальнейшем сокращение запасов продолжилось, и в 2004 г. запас достиг «дна» — 0,3 млн т (рис. 9). Данные, полученные Маккилви и Стиенессеном (McKelvey, Stienessen, 2012), свидетельствуют о том, что с 1988 по 2012 гг. запасы минтая в Богословском районе снизились с 2,4 до 0,07 млн т. Таким образом если соотнести мини-

мальный и максимальный запасы за период 1977–2012 гг., то это соотношение составит 1:177. Несмотря на введенный мораторий и отсутствие промысла богословского минтая в течение более 20 лет, положительный эффект от этой меры так и не был получен. Отсутствие промысла, с одной стороны, и продолжающаяся депрессия запасов, с другой стороны, позволяют говорить о том, что динамика запасов богословского минтая, испытывающая значительные колебания, напрямую зависит не от промысла, а от других причин.

Таким образом, использование траловых, акустических, ихтиопланктонных и математических методов оценки запасов позволило установить, что запасы минтая глубоководной части Берингова моря демонстрируют исключительно высокую изменчивость: после быстрого роста наступила фаза обвального снижения биомассы, сменившаяся продолжительным периодом депрессии.

Наваринский район (северная часть моря). Первая научная экспедиция в западную и северную части Берингова моря была осуществлена сотрудниками ТИНРО в 1930–1932 гг. Основной целью исследо-

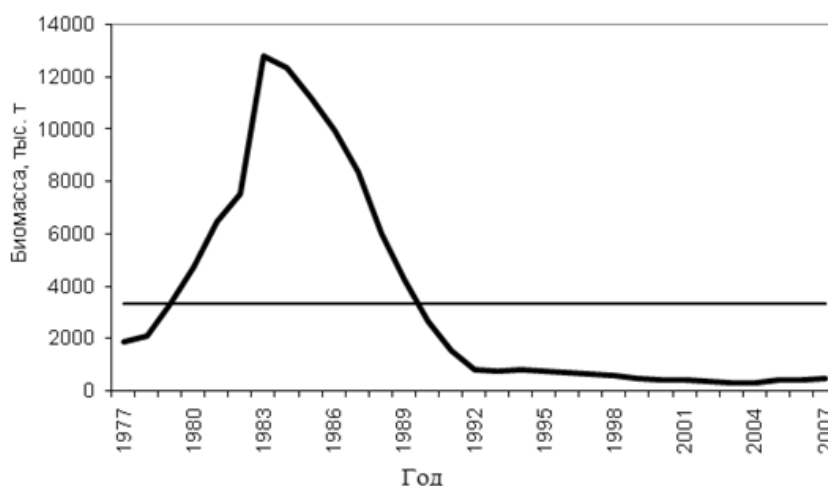


Рис. 9. Динамика промысловой биомассы минтая Богословского района Берингова моря в 1977–2007 гг., по данным когортной модели (—), и средняя биомасса, рассчитанная с помощью математического моделирования (—) (по: Ianelli et al., 2006).

ваний являлся сбор материала о перспективности траловых работ в Беринговом море (Гордеев, 1949). Выполненные исследования показали, что в летний период 1930 г. минтай встречался в траловых уловах, однако его доля была невелика. Так, в Анадырском заливе минтай составлял лишь 6,2% уловов, а в Олюторском заливе и в пр. Литке минтай в траловых уловах вообще не был встречен.

Изучение динамики запасов минтая Наваринского района является важной прикладной задачей рыбохозяйственных исследований, особенно если принять во внимание значимость данного района для отечественного рыболовства. Вопросу многолетней изменчивости запасов минтая посвящено немало работ (Vulatov, 1988; Радченко, Соболевский, 1992; Шунтов и др., 1993; Шунтов, Дулепова, 1995; Глубоков, Котенев, 1999, 2006; Степаненко, 2001; Васильев, Глубоков, 2005), однако относительно короткие ряды наблюдений и отсутствие единого подхода значительно осложняют задачу достоверной оценки запасов.

Данный район промысла находится под влиянием Арктики, в результате чего в зимне-весенний период полностью закрыт льдом. Изменчивость ледовых и температурных условий определяет значительную сезонную вариабельность запасов минтая. Оценить сезонную динамику изменчивости биомассы минтая Наваринского района с дискретностью в 1 месяц удалось в 1986–1987 гг., используя данные уловов промысловых крупнотоннажных судов, полученные по системе «РИФ» (предшественник Отраслевой системы мониторинга). На основании анализа более 3000 пелагических тралений в районе, ограниченном координатами 59°–64° с. ш. и 180°–176° з. д., т.е. на участке, непосредственно прилегающем к границе ИЭЗ СССР–США, изучали результаты работы судов, сообщавших продолжительность и среднюю скорость тралений и имевших тралы близких параметров и конструкций. В осенний период 1986 г. биомасса была относительно стабильна — около 1 млн т. Минимальное значение биомассы отмечено в

феврале 1987 г. — 0,2 млн т, в марте-апреле произошло значительное увеличение запаса до 0,8 млн т, а в мае-июле биомасса составляла 0,7 млн т. Сезонный максимум наблюдался в августе (2 млн т) и в 10 раз превышал февральский минимум (при коэффициенте уловистости 1,0).

Научно-исследовательские данные, полученные Радченко и Соболевским (1992) в мае-июне 1990 г., показали, что в Наваринском районе после таяния льда в течение одного месяца произошел 13-кратный скачок биомассы — с 70 до 956 тыс. т (при коэффициенте уловистости 0,4). Данные указанных авторов также свидетельствуют о значительных сезонных колебаниях биомассы минтая в Наваринском районе.

Таким образом, значительная сезонная изменчивость биомассы оказывает существенное влияние на достоверность оценок запасов, полученных по данным учетных траловых съёмок.

По данным автора, в период 1986–1990 гг. максимум биомассы отмечался в 1987 г. и составлял 5,0 млн т, после чего наблюдалось резкое снижение запасов до 1 млн т в 1990 г. Позднее межгодовую изменчивость запасов минтая этого района изучали также Глубоков и Котенев (2006). Согласно полученным результатам, в период 1996–2003 гг. максимальная биомасса наблюдалась в 1996 г. — 2,1 млн т, минимальная — в 2000 г. — 0,7 млн т. В дальнейшем наблюдался рост запасов, и в 2003 г. промысловая биомасса достигла 1,8 млн т. Обширные исследования в Наваринском районе проводились также учеными ТИНРО-Центра, однако ряды наблюдений нередко прерывались.

Результаты оценки межгодовой изменчивости запасов минтая в Наваринском районе зависят от методической основы учета и запаса, и для корректного сравнения биомассы необходимо использовать единый подход и иметь достаточно продолжительные ряды. Первую попытку оценить запас с использованием когортной сепарабельной модели ISVPA предприняли Васильев и Глу-

боков (2005). Полученные результаты показали, что за 1994–2005 гг. общая биомасса минтая достигала максимумов в середине 1990-х и в 2005 гг. — 2,0 и 2,5 млн т соответственно, а минимум отмечался в 2001 г. — 1,2 млн т. Соотношение минимума к максимуму составило 1:2.

На рис. 10 представлены данные специалистов КамчатНИРО, основанные на использовании математического моделирования (когортная модель Synthesis). Согласно этим данным, запасы достигали максимумов в 1995–1996, 2005 гг. — 3,2–3,3 млн т, а минимумов в 2000, 2009 гг. — 2,1–2,4 млн т. Для 21-летнего периода (1993–2013 гг.) среднее значение общей биомассы составило 2,8 млн т.

Изучение межгодовой изменчивости запасов минтая Наваринского района позволило сделать вывод о том, что запасы достаточно устойчивы, биомасса восстанавливается быстро, соотношение минимального и максимального значений биомассы составляет от 1:1,5 до 1:2. Периоды депрессии запасов не установлены.

Карагинская подзона (западная часть моря). Степень изученности динамики запасов минтая, обитающего в районе к западу от 170° в.д., существенно лучше,

чем минтая Наваринского района. Это вызвано тем обстоятельством, что Западно-Беринговоморский район долгие годы начиная с 1960 г. являлся полигоном исследований специалистов КамчатНИРО. Использование математического моделирования позволило установить, что с 1970 по 1980 гг. наблюдался неуклонный рост запасов с 0,6 до 2,5 млн т, а в 1980–1984 гг. биомасса превысила уровень 3 млн т (Балькин, Максименко, 1990; Balykin, 1989). В дальнейшем (1990 г.) наблюдалось снижение запасов до уровня 1,9 млн т. Сравнение этих данных с материалами, основанными на учетных работах, показало, что по ихтиопланктонной съемке нерестовый запас составил 1,6 млн т (1984 г.), а по данным пелагических тралений — 1,7 млн т (1988 г.). Из приведенных сведений, полученных при использовании разных методов, видно, что сходимость оценок в 1988 г. была довольно высокой (разница составила 0,6 млн т), тогда как в 1984 г. значения различались вдвое.

Успешная попытка оценить биомассу методом прямого учета для продолжительного периода была предпринята Наumenko (Naumenko, 1996). Согласно данным этого автора, основанным на ежегодно выполнявшихся

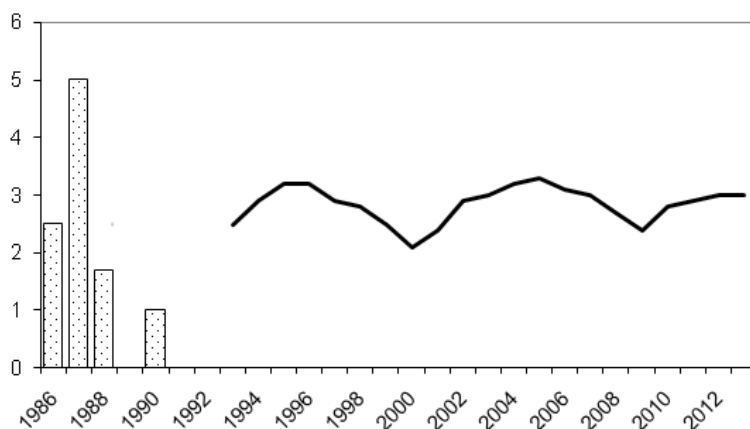


Рис. 10. Динамика межгодовой изменчивости запасов минтая в Наваринском районе Берингова моря в 1986–2013 гг., млн т: () — промысловая биомасса (данные автора), (—) — общая биомасса (данные КамчатНИРО).

ся донных траловых съемках в период 1960–1991 гг., стремительный рост запасов отмечался в начале 1970-х гг., а максимальные значения промысловой биомассы минтая наблюдались в 1982–1983 гг. и достигали 3,4 млн т (рис. 11). Однако после этого началось достаточно быстрое снижение запасов, которое продолжалось до последнего года наблюдений — 1991-го.

Согласно современным данным специалистов КамчатНИРО, удалось оценить изменчивость общей биомассы минтая за период с 1970 по 2013 гг. (когортная модель Synthesis), что является самым продолжительным рядом наблюдений. В соответствии с полученными результатами с 1970 по 1992 гг. запасы находились на уровне выше среднегодового, максимум наблюдался в 1986 г. и составил 2,3 млн т, что практически на 1 (!) млн т меньше, чем указывали предыдущие авторы (Balykin, 1989; Naumenko, 1996). С 1988 по 2001 гг. происходило неуклонное снижение биомассы с 2,2 до 0,3 млн т, в дальнейшем запасы стали восстанавливаться и в 2007 г. достигли локального максимума — 0,8 млн т, затем вновь стали снижаться (рис. 12). Максимальный уровень запасов в 7,5 раз превышал минимальное значение, что свидетельствует о высоком

диапазоне изменчивости общей биомассы. Средняя биомасса для указанного периода составила 1,3 млн т. Следует отметить, что применение математической модели Synthesis показало более низкие результаты оценки запасов, чем данные учетных работ и модели ВПА (виртуально-популяционный анализ), что, возможно, связано с настроечными параметрами данной модели. Однако в качестве сравнительных данных ее применение весьма полезно, так как дает представление о динамике запаса и его изменчивости.

Полученные результаты позволили сделать вывод об особенностях изменчивости запасов западно-беринговоморского минтая, которая свидетельствует о продолжительном периоде как высокого, так и низкого уровней запаса. Биомасса с минимального до среднего уровня восстанавливается достаточно долго, обнаруживаются признаки депрессии.

Северная и восточная части Охотского моря (кроме побережья Восточного Сахалина). Многочисленные работы российских ученых позволили сделать вывод о том, что численность и запасы минтая Охотского моря, как и в других районах обитания, также подвержены существенной межгодовой изменчивости (Зверькова, 1973, 2003,

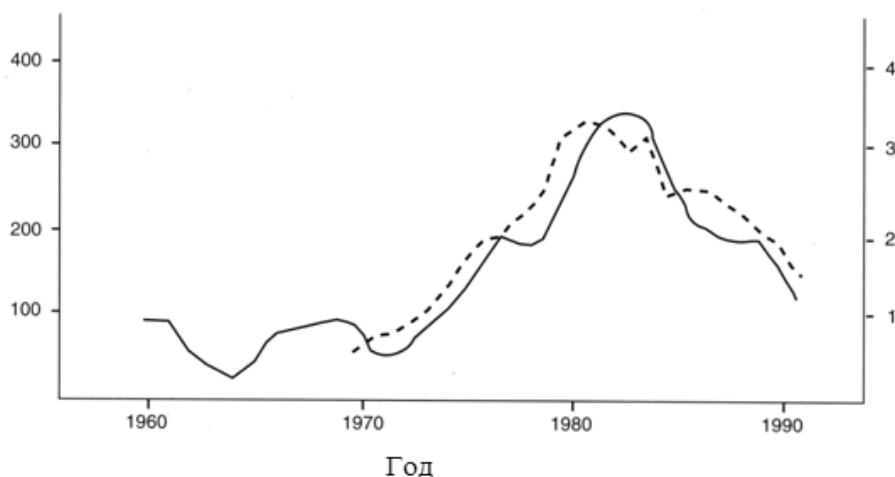


Рис. 11. Динамика промысловой биомассы, млн т (---) и уловы минтая, кг/траление (—) в 1960–1991 гг. в западной части Берингова моря (по: Naumenko, 1996).

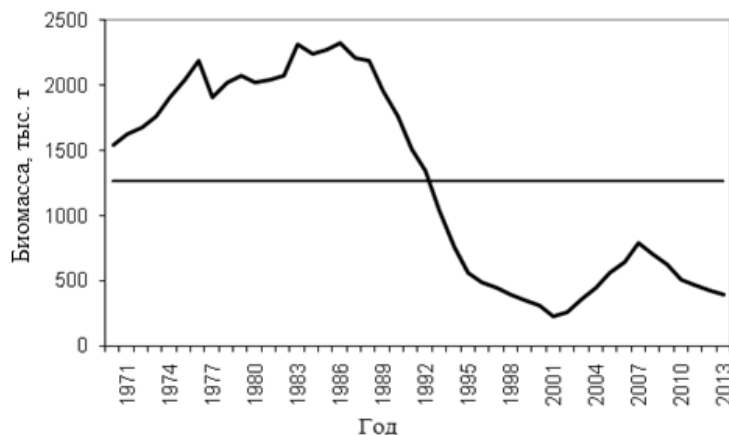


Рис. 12. Динамика общего запаса и средняя биомасса минтая западной части Берингова моря в 1970–2013 гг. (по данным КамчатНИРО).

2013; Фадеев, 1980, 2001; Вышегородцев, 1981; Качина, Сергеева, 1981; Васильков, Глебова, 1984; Шунтов, 1985, 1986, 2009; Золотов и др., 1987; Шунтов и др., 1993, 1997; Авдеев и др., 2001; Кузнецов и др., 2008; Овсянников, 2009; Булатов, Котенев, 2010; Varkentin, Sergeeva, 2004; Kotenev, Bulatov, 2009). Исследование данного вопроса чрезвычайно важно потому, что обитающий в Охотском море минтай является ключевым объектом отечественного рыболовства.

Ихтиопланктонные исследования, выполнявшиеся на акватории Охотского моря в течение 1984–2013 гг., основаны преимущественно на количественном учете выметанной икры минтая, собранной в нерестовый сезон. Сбор проб осуществлялся в весенний период ихтиопланктонной сетью ИКС-80. Результаты исследований показали (Авдеев и др., 2001), что нерестовая биомасса минтая в Охотском море достигала максимальных значений в 1984–1987, 1994–1995 и 2010–2012 гг. и была близка или превышала 9 млн т. Снижение запасов до минимума отмечалось в 1989–1992 гг., а в 2000–2001 гг. зарегистрирован исторический минимум — 2,8 млн т. Следует отметить, что полученные количественные оцен-

ки весьма уязвимы для критики, что доказал Кузнецов с коллегами (2008). Игнорирование смертности в расчетах ставит конечные результаты в зависимость от сроков выполнения работ, поэтому эти данные можно использовать как ориентировочные. Период между максимумами составил 10–15 лет, между минимумами — 10–12 лет.

Кроме ихтиопланктонных исследований большие ряды наблюдений за межгодовой изменчивостью биомассы минтая были получены учеными ВНИРО и КамчатНИРО (Бабаян и др., 2006). Использование в расчетах когортной модели ISVPA показало, что в течение 1974–2003 гг. общий запас минтая (возраст 2 и более лет) восточной части Охотского моря достигал максимумов четыре раза: в 1974, 1984, 1993–1994 и 2003 гг., т.е. примерно один раз в 10 лет.

Результаты, основанные на данных промысловой статистики и научных наблюдениях за период 1980–2013 гг. с применением когортной модели (неопубл. данные Д.А. Васильева, ВНИРО), показали, что общая биомасса минтая в течение более чем 10-летнего периода находилась на высоком уровне — 9–10 млн т и лишь после 1997 г. началось ее стремительное сокращение с достижением минимума в 2001 г. — 3,6 млн т. Однако в те-

чение 10 лет наблюдался устойчивый рост запасов до 10,3 млн т, и в настоящее время они находятся на высоком уровне (рис. 13). Наиболее продолжительный ряд наблюдений по изменению общей биомассы минтая Охотского моря с 1966 по 2013 гг. получен специалистом КамчатНИРО О.И. Ильиным. Обращает на себя внимание тот факт, что хотя полученные значения биомассы несколько выше данных Д.А. Васильева, но они полностью синхронны для периода с 1980 по 2006 гг. (рис. 13). Однако по каким-то причинам в 2007–2009 гг. произошел «сбой», а в 2010–2013 гг. тренды вновь стали совпадать. Соотношение максимума и минимума по разным моделям составило: за период 1974–2003 гг. — 2:1, 1980–2013 гг. — 3:1, 1966–2013 гг. — опять 2:1.

Как показали исследования динамики биомассы, лишь однажды отмечался очень низкий уровень запасов — в 2000–2001 гг., который быстро сменился восстановлением, что свидетельствует о высокой устойчивости запасов. И эта особенность чрезвычайно важна, так как способна дать реальную возможность отечественным рыбакам вести успешный промысел и в дальнейшем.

Побережье Восточного Сахалина (Охотское море). Динамика запасов минтая, обитающего у восточного побережья о-ва Сахалин, до недавнего времени была изучена недостаточно. Отрывочные сведения различных авторов не давали представления об ее особенностях. Михеев (2014) с использованием оригинальной модели получил материалы об изменчивости промысловой биомассы минтая. Ряд наблюдений достаточно длинный — с 1976 по 2013 гг., расчеты биомассы основаны на данных промысловой статистики, поэтому отсутствие промысла в 1995–1998 гг. привело к тому, что запас определен на близкой к нулю отметке. Безусловно, использование только математического моделирования в оценке запасов, основанного на промысловой статистике, в первую очередь зависит от результативности промысла, и теоретически при отсутствии промысла запас можно оценить равным 0, хотя в действительности это может быть и не так.

Сравнение результатов оценки запасов по модели Михеева (2014) с данными учетных ихтиопланктонных съемок, выполненных специалистами СахНИРО в

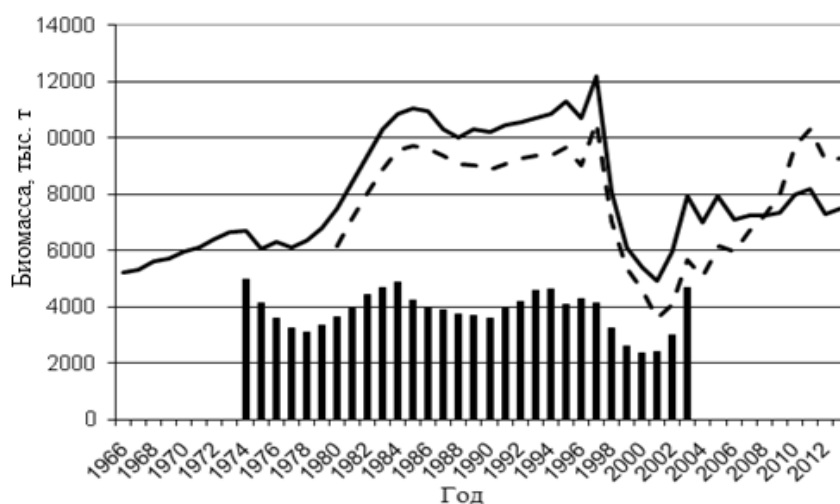


Рис. 13. Динамика изменения общего запаса минтая в Охотском море в 1966–2013 гг. по: Бабаян и др., 2006 (восточная часть моря, ■); О.И. Ильин (КамчатНИРО, —); Д.А. Васильев (ВНИРО, - -).

2007–2012 гг., показало, что нерестовая биомасса минтая, оцененная по выметанной икре в период пика нереста, за этот период в среднем составила 466 тыс. т, что в два раза превышает полученные значения промыслового запаса, установленного по модели. Хотя в действительности должно быть наоборот: величина промыслового запаса должна превышать величину нерестового запаса. Возможно, это свидетельствует о занижении оценок запаса, полученных с использованием данной модели. Однако, несмотря на определенные допущения, использование метода моделирования позволяет достаточно объективно оценить многолетнюю изменчивость запасов минтая.

За 38-летний период высокий уровень запасов (>1 млн т) отмечался лишь в 1976–1983 гг. В дальнейшем наблюдалось стремительное снижение промысловой биомассы и достижение в 1995–1998 гг. ее самого низкого уровня. Устойчивый рост отмечается непрерывно с 2001 по 2013 гг., однако значения биомассы так и не превысили среднемноголетний уровень — 421 тыс. т (рис. 14). Из представленных материалов

следует, что динамика запасов восточно-сахалинского минтая имеет признаки неустойчивости, запас восстанавливается медленно и достаточно продолжительное время, депрессия присутствует.

Тихоокеанское побережье (восточная часть полуострова Камчатка и Северные Курильские острова). Современные представления о популяционной структуре свидетельствуют о том, что в этом районе обитает восточно-камчатская популяция минтая (Антонов, 2011), поэтому для указанных районов оценки запасов минтая должны объединяться. Динамика общего запаса с использованием метода ВПА для ряда наблюдений с 1975 по 2009 гг. показала, что в 1978, 1991 и 2008 гг. наблюдались максимумы запаса, составившие 1329, 1050 и 1335 тыс. т соответственно. Минимальное значение запасов отмечалось в 1983 и 1999 гг. и составило 548 и 373 тыс. т. Среднее значение биомассы для 35-летнего периода составило 785 тыс. т. Таким образом, соотношение максимума к минимуму было умеренным и изменялось от 2:1 до 3,5:1, запас восстанавливался достаточно быстро,

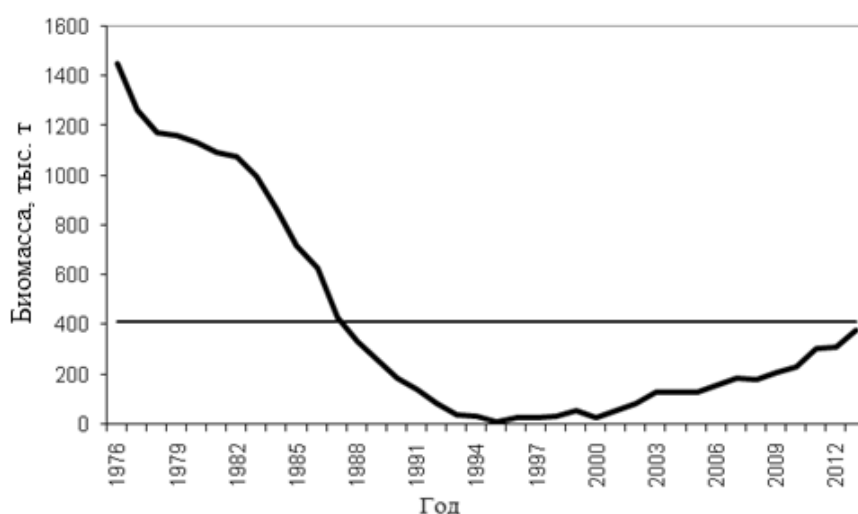


Рис. 14. Динамика промысловой биомассы минтая Восточно-Сахалинской подзоны и ее среднее значение в 1976–2013 гг. (по: Михеев, 2014).

признаков депрессии запасов не обнаружено.

Используя другой методический подход (Synthesis), сотрудники КамчатНИРО (Ильин и др., 2014) оценили межгодовую изменчивость нерестового запаса минтая за период с 1975 по 2013 гг. В результате оказалось, что отмечены три максимальных уровня запасов — в 1978, 1990, 2010 гг., что в значительной степени совпадает с результатами исследований Антонова (2011).

Однако значения величин общего запаса существенно различались в большую сторону. Максимум 1978 г. по модели Synthesis оказался в 1,6 раза больше, чем по модели ВПА, следующий максимум — в 2,6 раза больше, последний из наблюдаемых максимумов — в 1,4 раза. Несмотря на то что и средняя биомасса различалась в 2,2 раза, тренд изменения запасов оставался синхронным. Таким образом, по данным Ильина, исторический максимум общего запаса отмечался в 1990 г. и составил 2,8 млн т, а следующий максимум, наступивший через 20 лет, позволил достичь среднемноголетнего уровня. Соотношение максимума-минимума составило 3:1, что близко к значениям, полу-

ченным по модели ВПА. Средняя биомасса для 38-летнего периода составила 1,8 млн т (рис. 15).

В итоге можно констатировать, что динамика запасов восточно-камчатского минтая имеет признаки неустойчивости, амплитуда изменчивости умеренная, запас восстанавливается относительно быстро, выраженная депрессия отсутствует, однако с 1995 по 2013 гг., т.е. за 18-летний период, запас превысил среднемноголетнее значение всего один раз.

Тихоокеанское побережье. Южные Курильские острова. Известно, что минтаю, обитающему в этом районе, свойственна значительная изменчивость запасов, о чем косвенно свидетельствует вылов, который за относительно короткий период (1989–1996 гг.) сократился в 140 раз — с 422 до 3 тыс. т. Динамика запасов минтая в этом районе хорошо изучена с конца 1990-х гг. Согласно данным специалистов ТИНРО-Центра и СахНИРО, минимум запасов отмечен в начале 2000-х гг., однако начиная с 2006 г. наблюдалось резкое увеличение биомассы до 370 тыс. т, а в 2008 г. биомасса достигла 678 тыс. т, после чего

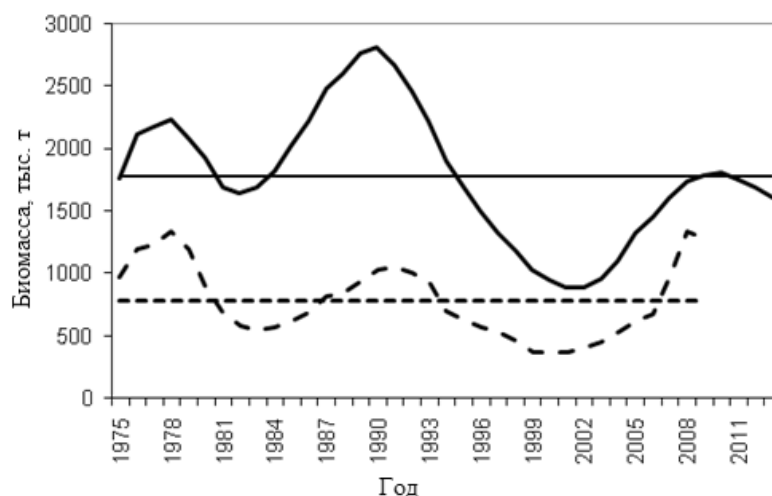


Рис. 15. Динамика общей биомассы восточно-камчатского минтая и ее среднее значение по данным моделей Synthesis (Ильин и др., 2014, —) и ВПА (Антонов, 2011, ---).

этот показатель стал медленно снижаться до 423 тыс. т в 2013 г.

Тихоокеанское побережье. Побережье Японии. На основе данных промысловой статистики, японские ученые (Mori, Niyama, 2014) с применением модели ВПА оценили изменчивость запасов минтая. Они показали, что за период с 1981 по 2011 гг. максимум биомассы был отмечен в 1983 г. и составил 1368 тыс. т, в дальнейшем запасы несколько снизились, минимум составил 871 тыс. т. В течение 30-летнего периода запасы демонстрировали устойчивость и изменялись в относительно узком диапазоне.

Японское море. Межгодовая изменчивость биомассы минтая в Японском море изучена недостаточно. Особенно это относится к водам полуострова Корея. Фадеев (2005), основываясь на данных Веденского (1949), сделал попытку оценить нерестовый запас минтая в Восточно-Корейском заливе в 1940-е гг. Полученная цифра в объеме 3,5 млн т показалась автору нереальной. Шунтов с соавторами (1993), ссылаясь на данные Вонсанского института рыбного хозяйства Восточного моря, сообщают о нерестовой биомассе минтая в конце 1970-х — начале 1980-х гг. в объеме 5—6 млн т, а промысловой — не менее 7 млн т. Указанные цифры сегодня кажутся неправдоподобными, однако фактический вылов в минтая в водах КНДР, достигший в начале 1980-х гг. 2 млн т, свидетельствует об обратном. Именно такой высокий уровень запасов мог обеспечить такой вылов.

В заливе Петра Великого запасы минтая в 1974 г. достигали, согласно оценкам Фадеева (2005), 527—554 тыс. т. В дальнейшем отмечалось неуклонное снижение запасов, которое привело к тому, что данный район после 2010 г. практически потерял свое промысловое значение.

Аналогичная ситуация сложилась с запасами западно-сахалинского минтая. Согласно неопубликованным данным специалистов СахНИРО, в конце 1980-х гг. нерестовая биомасса составляла 89 тыс. т, затем в течение 1990-х гг. наблюдалось неуклонное

снижение запасов до 10 тыс. т, а в начале первого десятилетия 2000-х гг. наблюдавшаяся депрессия усугубилась, биомасса не превышала 5 тыс. т. Следует отметить, что признаки восстановления запасов проявились в 2006—2007 гг., когда учтенная биомасса составила 23—30 тыс. т. Дальнейшие исследования, выполненные в 2011 и 2013 гг., подтвердили, что запасы восстановились до 20 тыс. т.

В начале 1970-х гг. биомасса минтая в северной части Японского моря, включая западно-сахалинского минтая, не превышала 200 тыс. т. Исторический максимум отмечен в 1987—1992 гг., в этот период биомасса находилась на уровне 712—868 тыс. т (Yabuki, Honda, 2004; Mori, Niyama, 2014), после чего началась устойчивая тенденция снижения запасов, которая привела к тому, что в 2011 г. был отмечен исторический минимум — 87 тыс. т. Следовательно, изменчивость запасов составила 1:10.

Суммируя накопленные сведения о запасах минтая Японского моря, следует отметить, что, как у побережья полуострова Корея, в заливе Петра Великого, так и у о-вов Сахалин и Хоккайдо, биомасса минтая подвержена значительной межгодовой изменчивости. Во всех указанных районах продолжительность депрессивного состояния запасов значительна, в отдельных районах (у побережья Республики Корея) отмечено исчезновение этого вида из промысловых уловов.

Анализ межгодовой изменчивости биомассы минтая показал, что в различных районах применяются разные методы их оценки. Например, в восточной части Берингова моря используются тралово-акустические (Honkalento et al., 2011) съемки и когортные модели (Ianelli et al., 2013), тогда как при математическом моделировании в качестве настроечных параметров применяются данные по донным траловым съемкам. В Охотском море наряду с учетными работами — ихтиопланктонными, траловыми и акустическими съемками — оценка запасов выполняется также с использованием мето-

дов математического моделирования. Кроме того, широко используются метод CAGEAN (Catch-at-age-analysis) (Kimura, 1989) и ВПА (Gulland, 1964).

В настоящее время для оценки запасов минтая отечественными и зарубежными исследователями предпочтение отдается математическим моделям. Несмотря на то что все модели имеют недостатки, наличие биологических данных и статистики вылова позволяет существенно увеличить ряды наблюдений и, соответственно, получить сравнимую информацию. Оказалось, что в наиболее значимых районах промысла — Беринговом и Охотском морях, в которых средний улов за период 1965–2013 гг. составил 2,2 и 1,4 млн т, — средние биомассы также пропорциональны и близки 2:1. Тогда как в Японском море, несмотря на очень высокую биомассу и высокий вылов в отдельные годы, вариабельность этих показателей значительна (табл. 4).

Имея непрерывные ряды продолжительностью 20–30 лет, можно определить особенности динамики запасов, вариабельность биомассы, наличие/отсутствие устойчивости, наличие/отсутствие депрессии, иными словами, «установить диагноз» для

минтая определенных районов, что чрезвычайно важно при выборе стратегии управления промыслом. В табл. 5 представлены данные о соотношении минимума/максимума биомассы за сравнительно большой промежуток времени. Исключением является побережье полуострова Корея, где отсутствуют надежные данные по динамике запасов.

Следует отметить, что разница в соотношении минимальной и максимальной биомасс минтая Наваринского района в действительности, вероятно, должна быть выше — на уровне восточной части Берингова моря (зал. Аляска).

Полученные ряды наблюдений позволяют объективно судить об особенностях динамики биомассы, ее устойчивости, наличии/отсутствию периодов депрессии. Результаты показали, что наиболее устойчивыми и без признаков депрессии оказались «единицы запасов» в следующих районах:

- восточная часть Берингова моря,
- Наваринский район,
- северная и восточная части Охотского моря,
- тихоокеанское побережье полуострова Камчатка и Северных Курильских островов.

Таблица 4. Межгодовая изменчивость вылова и биомассы минтая в различных районах

Район	Вылов, тыс. т (год)			Биомасса, млн т (год)		
	min	max	средний	min	max	средняя
Залив Аляска	1 (1965)	307 (1985)	83 (1965–2013)	0,5 (2006)	3,3 (1982)	1,3 (1978–2013)
Берингово море	231 (1965)	3996 (1988)	2243 (1965–2013)	8,6 (2008)	30,0 (1985)	16,4 (1978–2013)
Охотское море	293 (1965)	2228 (1996)	1351 (1965–2013)	4,9 (2001)	12,2 (1997)	8,0 (1966–2013)
Японское море	89 (2011)	2057 (1983)	473 (1980–2011)	7,0 (конец 1970-х — начало 1980-х)		
Тихоокеанские воды Камчатки и Северных Курильских островов	8 (1963)	604 (1977)	199 (1963–2013)	0,9 (2001)	2,8 (1990)	1,8 (1975–2013)

Таблица 5. Межгодовая изменчивость биомассы минтая, устойчивости и депрессии запасов в различных районах

Район	Соотношение биомасс: min / max (годы)	Устойчивость запаса	Депрессия
Залив Аляска	1:2,6 (1977–2013)	Запас относительно устойчив, восстанавливается медленно	Отсутствует
Восточная часть Берингова моря	1:6,5 (1965–2013)	Запас устойчив, восстанавливается быстро	Отсутствует
Алеутская котловина Берингова моря	1:177 (1977–2007)	Запас неустойчив, признаки восстановления отсутствуют	Присутствует
Наваринский район Берингова моря	1:1,5 (1993–2013)	Запас устойчив, восстанавливается быстро	Отсутствует
Западная часть Берингова моря	1:7,5 (1970–2013)	Запас относительно устойчив, восстанавливается медленно	Присутствует
Тихоокеанское побережье полуострова Камчатка и Северных Курильских о-вов	1:3 (1975–2013)	Запас относительно устойчив, восстанавливается медленно	Отсутствует
Северная часть Охотского моря	1:2 (1966–2013)	Запас устойчив, восстанавливается быстро	Отсутствует
Восточное побережье острова Сахалина	1:207 (1976–2013)	Запас неустойчив, восстанавливается медленно	Присутствует
Залив Петра Великого (Японское море)	1:22 (1974–2013)	Запас неустойчив, восстанавливается медленно	Присутствует
Япономорское побережье полуострова Корея	Нет данных	Запас неустойчив, восстанавливается медленно	Присутствует
Япономорское побережье о-ва Хоккайдо	1:6 (начало 1970-х – конец 1990-х)	Запас неустойчив, восстанавливается медленно	Присутствует
Западное побережье о-ва Сахалин	1:18 (1989–2013)	Запас неустойчив, восстанавливается медленно	Присутствует

Следовательно, для указанных «единиц запасов» необходимо применять не предосторожный подход к регулированию промысла, а модифицированный традиционный подход (Бабаян, 2000), в котором предусмотрены два режима управления — восстановление запаса и постоянная интенсивность промысла.

Обращает на себя внимание тот факт, что в Японском море, являющемся южной

границей ареала вида, динамика биомассы минтая неустойчива, имеет выраженную депрессию. Недостаточно «комфортными» для обитания минтая также являются западная часть Берингова моря и побережье Восточного Сахалина. Дополняет список неустойчивых запасов минтай открытой части Берингова моря (богословский + анклав). Таким образом, к перечисленным «единицам

запасов» оправданным является применение предосторожного подхода, предусматривающего три режима управления — полный запрет, восстановление запаса и интенсивности промысла.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЗАПАСОВ МИНТАЯ

Вопросу межгодовой изменчивости численности поколений минтая посвящен ряд работ (Зверькова, 1973, 1981; Фадеев, 1980, 2001; Соколовский, Глебова, 1985; Шунтов, 1986; Булатов, 1988; Балькин, 1992; Megrey et al., 1995; Quinn, Niebauer, 1995; Balykin, 1996; Кровнин и др., 2000; Wespestad et al., 2000; Funamoto, 2007; Shida et al., 2007; Овсянников, 2009; Mueter et al., 2011; Степаненко, Грицай, 2013; Funamoto et al., 2014; Mori, Hiyama, 2014; Stepanenko, Gritsay, 2014).

Однако мнения авторов в отдельных случаях различаются настолько, что противоречат друг другу. Одни авторы утверждают, что температура и обеспеченность пищей являются лидирующими факторами, другие обращают внимание на связь с ледовитостью, третьи уверены, что численность пополнения зависит от биомассы нерестового запаса. Логика подсказывает, что без родителей не может быть потомства, однако после вымета икры связь родителей с потомством прерывается, и поэтому условия среды (абиотические и биотические) должны оказывать большее влияние на формирование численности поколений. Видимо, в качестве объективного критерия при тестировании наличия/отсутствия таких зависимостей можно использовать корреляционный анализ. Попробуем определить тесноту связей этих явлений для минтая из различных районов обитания.

«Родители-потомство». Как известно, обоснованный 50 лет назад Рикером (Ricker, 1954) принцип зависимости численности потомства от родителей включал основное ограничение — фактор плотности,

являвшийся источником высокой смертности и ограничивавший численность пополнения при значительной исходной биомассе нерестового запаса. Исходя из взглядов Рикера, именно при среднем уровне нерестового запаса, который является оптимальным, появляются наиболее многочисленные поколения рыб. Графически зависимость «родители-потомство», имеющая характер куполообразной кривой, в дальнейшем стала называться среди специалистов «кривой Рикера». Долгие годы существовавшая парадигма о тесной взаимосвязи исходной биомассы (численности) нерестовых рыб с численностью пополнения привела к тому, что в настоящее время в математическом моделировании при прогнозе численности пополнения многие ученые стали широко использовать именно эту формализованную связь «родители-потомство».

Безусловно, для 40–50-х гг. XX в., когда не было продолжительных рядов наблюдений, идея Рикера оказалась весьма плодотворной и заполнила на несколько десятилетий существовавший информационный вакуум, однако сегодня ситуация кардинально изменилась — накоплены продолжительные ряды, чего не было в 1940–1950-е гг. Попробуем, используя корреляционный анализ, определить, насколько обоснована зависимость потомства минтая от исходной биомассы производителей?

Для минтая восточной части Берингова моря автор, основываясь на данных американских специалистов (Ianelli et al., 2013), проанализировал зависимость численности особей минтая в возрасте 5 лет (основа промыслового запаса) от исходной нерестовой биомассы за период с 1965 по 2008 гг. В результате оказалось, что коэффициент корреляции $r = -0,007$, что свидетельствует о полном отсутствии какой-либо связи. Аналогичные расчеты были выполнены автором для минтая зал. Аляска. Используя данные американских ученых (Dorn et al., 2013), сопоставили численность 5-годовиков с исходной биомассой нерестового запаса для периода 1977–2008 гг. Оказалось, что между

ними также нет статистически значимой связи, о чем свидетельствует крайне низкое значение коэффициента корреляции: $r = -0,05$. Сравнение численности поколений минтая западной части Берингова моря с нерестовой биомассой в 1970–1990 гг. (Balykin, 1996) показали, что данная зависимость была достаточно слабой, хотя коэффициент корреляции оказался существенно выше — $r = 0,38$. Аналогичные процедуры были проделаны для минтая восточной части Охотского моря. Сравнение численности особей в возрасте 5 лет с исходной нерестовой биомассой в 1974–1998 гг. (Бабаян и др., 2006) показало, что и в этом случае зависимость была слабой, коэффициент корреляции $r = 0,29$. Отсутствовала и сколько-нибудь существенная связь между нерестовой биомассой и численностью пополнения в возрасте 2 лет у минтая, обитающего в тихоокеанских водах Японии (Shida et al., 2007). Таким образом, перечисленные примеры со всей очевидностью подтверждают отсутствие статистически достоверной связи «родители–потомство» у минтая перечисленных районов.

И это объяснимо с биологической точки зрения. Во-первых, минтай не охраняет выметанную икру, которая сразу всплывает в поверхностные слои воды, где и происходит ее развитие. Во-вторых, в отличие от рыб, откладывающих донную икру (например, лососей), у минтая отсутствует ограничение нерестовой площади, о которой говорил Рикер. В дальнейшем условия обитания молоди и взрослых особей зависят от условий среды, а не от численности (биомассы) родителей, связь с которыми они утрачивают в первые часы рождения. По-видимому, наиболее вероятным условием успешности воспроизводства является сочетание именно условий среды с критическими периодами развития, о которых сообщал Владимиров (1975).

Температура воды. Данные экспериментальных и натурных наблюдений многих авторов свидетельствуют о том, что существенное влияние на выживаемость минтая в раннем онтогенезе оказывают температура воды и/или обеспеченность пищей

(Hamai et al., 1971; Nakatani, 1984; Зверькова, 1981; Смирнов, 2005; Булатов, 2006; Kobari et al., 2007; Funamoto, 2007; Shida et al., 2007; Zuenko et al., 2008; Funamoto et al., 2014; Stepanenko, Gritsai, 2014)

Впервые убедительно на достаточно большом ряду наблюдений (1956–1971 гг.) зависимость численности минтая от температуры воды удалось доказать Зверьковой (1981). Результаты показали прямую зависимость: при увеличении температуры воды возрастала численность минтая и, наоборот, понижение температуры приводило к снижению численности. К сожалению, в данном сообщении не приведен коэффициент корреляции, но, судя по рисунку, его значение очень высокое — не менее 0,7. Таким образом, для минтая, обитающего у западного побережья о-ва Сахалин, повышение температуры воды благоприятно сказывалось на численности.

Положительная зависимость между температурой воды в феврале и пополнением минтая, связанного с водами холодного течения Ойя-Сию, обнаружена в тихоокеанских водах Японии. Тогда как для япономорского запаса, связанного с теплым Цусимским течением, обнаружена отрицательная связь (Funamoto, 2007).

Данные японских исследователей (Hamai et al., 1971) свидетельствуют о том, что значительную роль в выживаемости минтая в раннем эмбриогенезе играла не только температура воды, но и соленость.

Интересные данные получили американские ученые (Quinn, Niebauer, 1995). Сравнение температуры воздуха, температуры воды и ледовитости в 1964–1988 гг. показало, что численность пополнения в возрасте 2 лет была высокой при высоких значениях температуры и низкой ледовитости. О положительном влиянии низкой ледовитости на численность поколений охотоморского минтая указывают также отечественные исследователи (Смирнов, Приколки, 2011).

Учитывая существенное влияние температуры воды в период раннего онтогенеза на выживаемость особей, автором была проана-

лизирована теснота связи «температура воды-численность минтая». В качестве интегрированного показателя среды использование такого фактора, как температура воды, которая влияет как на наступление сроков массового размножения, продолжительность периода эмбриогенеза и смертность, так и на уровень метаболизма рыб, представляется вполне обоснованным. Тем более что из многочисленных публикаций известно, что относительно более высокие температуры воды положительно влияют на скорость роста не только личинок и молоди, но и взрослых рыб. Безусловно, сама температура не является пищей ни для молоди, ни для взрослых особей. Межгодовая изменчивость температурных условий оказывает прямое воздействие как на выживаемость в период эмбриогенеза, так и на обеспеченность пищей на ранних этапах развития, оказывая существенное влияние на численность рыб в процессе развития. И данное обстоятельство не может быть игнорировано при прогнозировании пополнения.

Сравнение средней температуры воды в горизонтах 0, 10, 30, 50, 75 и 100 м

в 1966–1984 гг. (Г.В. Хен, ТИНРО-Центр, неопубл. данные) в слое 0–100 м (за 1 год до нереста) с численностью особей в возрасте 5 лет, являющихся модальной группой промыслового запаса, показало высокое значение коэффициента корреляции. Так, для данных, полученных американскими учеными с помощью научных траловых съемок, коэффициент корреляции составил 0,75, а для данных, полученных автором (Булатов, 2006), этот показатель несколько меньше — $r = 0,72$ (рис. 16).

Исследования американских и японских ученых (Paul, 1983; Funamoto, 2007; Funamoto et al., 2014) показали, что оптимальной для развития минтая на ранних стадиях онтогенеза является температура воды, равная 5,0–5,5 °С. Данные автора, основанные на материалах 1966–1984 гг., показали, что при температуре 5–6 °С в восточной части Берингова моря появлялись многочисленные поколения минтая. Таким образом, полученные результаты вполне укладываются в представления о том, что минтай относится к северо-бореальным видам. Следовательно,

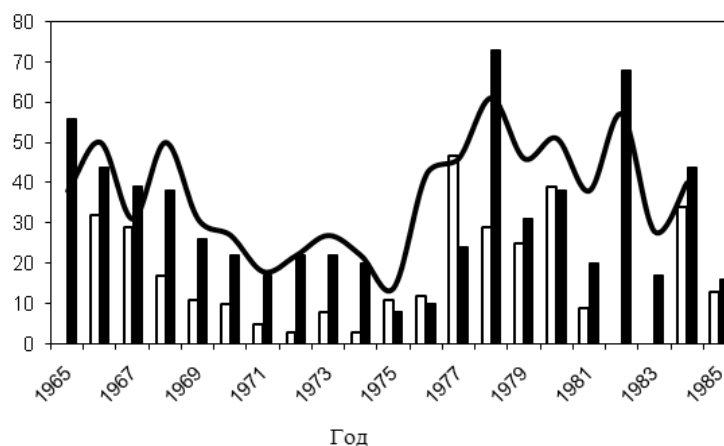


Рис. 16. Межгодовая изменчивость численности минтая (100 млн экз.) восточной части Берингова моря в 1964–1986 гг. по данным разных источников: (□) — Bulatov, 1989; (■) — Wespestad, Traunor, 1988; Ianelli et al., 2004; (—) — средняя температура воды в слое 0–100 м за 1 год до нереста, 0,1 °С (Г.В. Хен, ТИНРО-Центр, неопубл. данные).

для северной области ареала минтая увеличение температуры будет положительно влиять на численность, а снижение — отрицательно. По логике для южной части ареала все должно быть наоборот: похолодание благоприятно должно отражаться на численности пополнения, а потепление приводить к снижению урожайности поколений. По данным автора, неурожайные поколения минтая в восточной части Берингова моря отмечались при значениях температуры менее 3°C. Каковы же верхние значения неоптимальных температур? Экспериментальные данные показали (Nagai et al., 1971), что при температуре воды 10°C выклев личинок снижался до 0,3%.

Обеспеченность пищей. Одним из важнейших элементов существования организмов является питание. Считается, что совпадение высоких концентраций планктона и высокой численности личинок обеспечивает появление урожайных поколений (Cushing, 1990).

Вопрос обеспеченности минтая пищей и его влияние на урожайность поколений изучен не так основательно, как влияние

температурных факторов. Известно, что питание минтая в процессе онтогенеза существенно меняется. Ранние личинки питаются фитопланктоном и науплиями копепод. По мере роста при длине 6—8 мм личинки переходят на питание копеподами, а затем мелкими ракообразными, которые начинают преобладать в пище при длине личинок 10 мм (Шунтов и др., 1993). Очевидно, что обеспеченность пищей является одним из основных элементов выживаемости личинок и сеголеток.

Автор проанализировал связь между концентрацией хлорофилла А и численностью пополнения минтая в возрасте 3 лет. Оказалось, что коэффициент корреляции r составил всего 0,07. Более тесная зависимость обнаружилась между средней температурой воды и биопродуктивностью (концентрацией хлорофилла А) в юго-восточной части Берингова моря (рис. 17). Однако и в этом случае зависимость оказалась достаточно слабой ($r = 0,38$).

Климат. Температура воздуха, воды и направление течений являются локальными (региональными) факторами, оказывающими

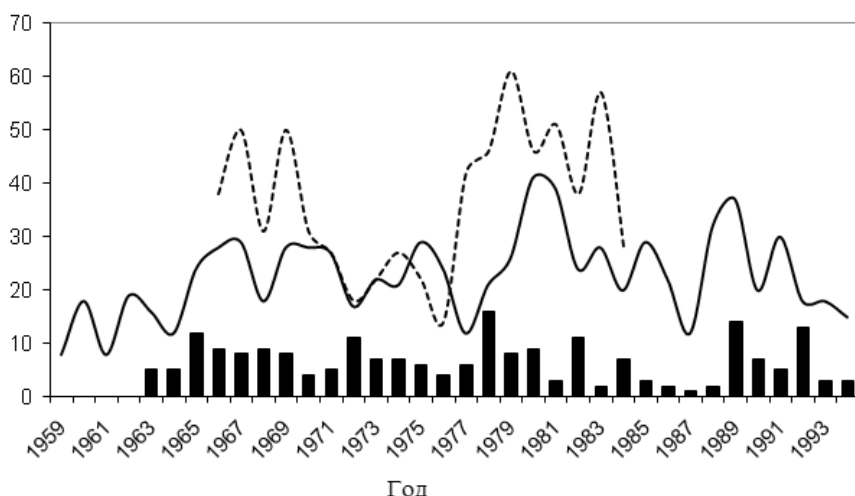


Рис. 17. Численность минтая (100 млн экз.) в возрасте 3 лет (■), концентрация хлорофилла А (—, 0,1 мг/м³) и средняя температура воды в июле в слое 0—100 м (---, 0,1°C) в восточной части Берингова моря.

ми опосредованное влияние на численность поколений. Их влияние ограничивается площадью в десятки и/или сотни тысяч км². Известно, что ареал минтая включает Японское, Охотское и Берингово моря, а также тихоокеанское побережье Японии, России, США и Канады. Площадь указанной акватории составляет более миллиона км², и изменения, которые в ней происходят, имеют глобальный, а не региональный характер.

Впервые влияние климатических изменений на численность рыб исследовали Ижевский (1964) и Бирман (1969, 1973, 1985). Для того времени найденные ими связи не укладывались в устоявшиеся формулы: «Океан также неисчерпаем, как атом», «Человек — хозяин природы».

Согласно современным представлениям российских ученых (Фролов и др., 2007), климат в Арктике зависит от изменчивости солнечной активности и крупномасштабных изменений атмосферной циркуляции. Результаты исследований показали, что аномалии среднегодовых величин индекса зональности в атмосфере умеренных широт (40°–65° с.ш.), где находятся основные запасы минтая, и аномалии среднегодовой температуры воздуха в широтной зоне 70°–85° с.ш. в XX в. были почти синхронными, что свидетельствует о сопряженности этих процессов. Выполненный указанными выше авторами анализ показал, что основными причинами изменения климата Арктики являются естественные факторы, которые во много раз превышают антропогенное воздействие.

В настоящее время для характеристики климата в северной части Тихого океана широко используются индексы, отражающие их динамику: Тихоокеанский декадный индекс (Pacific Decadal Oscillation, PDO), Северо-тихоокеанский индекс (North Pacific Index, NPI), Алеутский минимум атмосферного давления (Aleutian Low Pressure Index, ALPI). Безусловно, основным вопросом является следующий: существует ли связь между климатическими изменениями и биотой?

Японские ученые (Kobari et al., 2007) обнаружили очень тесную связь между аномалиями NPI и продолжительностью периода вспышки фитопланктона ($r = 0,777$) в северо-западной части Тихого океана. Более того, ими также было установлено, что существует статистически значимая связь между стандартизированными (10-летняя скользящая средняя) значениями аномалии NPI и концентрацией фосфатов ($r = 0,636$). Следовательно, положительные аномалии значений климатических индексов коррелировали с положительными изменениями биогенов, определяя биопродуктивность.

Насколько корректно сравнивать данные по климатическим индексам с изменчивостью численности и биомассы минтая? Известно (Булатов, 2006), что средняя температура воды оказывает существенное влияние на формирование численности поколений восточно-беринговоморского минтая не только в возрасте 1, но и 5 лет. Однако климатический индекс PDO основан на измерении поверхностной температуры воды, с которой не связано обитание минтая. Наши данные показали, что в 1966–1984 гг. между температурой поверхности воды в Беринговом море в мае и средней температурой воды в слое 0–100 м в июле существует тесная связь, на что указывает высокое значение коэффициента корреляции — $r = 0,80$. Кроме того, корреляционный анализ позволил выявить достаточно тесную связь между аномалиями PDO в апреле — июне и средней температурой воды в юго-восточной части Берингова моря в июле для периода 1966–1984 гг., на что указывает относительно высокое значение коэффициента корреляции ($r = 0,60$). Следовательно, использование данных аномалии индекса PDO для оценки воздействия климата на запасы минтая вполне корректно.

Сравнение динамики нерестового запаса восточно-охотоморского минтая и аномалий PDO для периода 1984–2009 гг. показало (Булатов, Котенев, 2010), что периоды высоких значений биомассы отмечались при положительных аномалиях PDO. Минималь-

ные значения биомассы минтая, как правило, наблюдались в периоды отрицательных аномалий PDO. Выполненный корреляционный анализ показал, что наиболее тесная зависимость обнаружена у «промысловой биомассы — PDO». Значение коэффициента корреляции для периода 1976—2003 гг. составило 0,63. Наиболее высокое значение было отмечено для последнего 10-летнего периода — 0,73. Отсюда следует, что влияние аномалий PDO на промысловую биомассу восточно-охотоморского минтая существенно. В дальнейшем (Bulatov, 2014) анализировалась теснота связи запасов минтая зал. Аляска, Берингова и Охотского морей и индекса PDO для периода 1979—2012 гг. Оказалось, что между этими явлениями существует весьма тесная связь, что подтверждается высоким значением коэффициента корреляции ($r = 0,73$). Не нарушилась данная связь и в том случае, когда добавили данные за 1978 и 2013 гг., хотя значение коэффициента корреляции немного снизилось (0,72). Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в наиболее теплый период 1983—1987 гг. был отмечен исторический максимум биомассы минтая, который превышал среднегодовое значение (26 млн т) на 16—18 млн т (рис. 18).

Следует отметить, что тенденция снижения биомассы минтая стала особенно выраженной в XXI в. и связано это явление с глобальными процессами похолодания в северной части Тихого океана. Если в период с 1981 по 1987 гг. отмечалось четыре максимума положительных аномалий индекса PDO, что совпало с максимумом запасов, то в дальнейшем число положительных максимумов стало стремиться к нулю. «Скорость» сокращения суммарной биомассы минтая составила в среднем 1 млн т в год, что весьма существенно. Таким образом, можно констатировать, что происходящие климатические изменения в северной части Тихого океана негативно повлияли на состояние запасов. Логично спросить: а что дальше? Как будут изменяться запасы минтая в средне- и долгосрочной перспективе? И получить ответ на данный вопрос крайне важно, учитывая исключительную значимость минтая для отечественного рыболовства.

Известно, что среди многих специалистов-климатологов преобладает уверенность в неизбежном потеплении климата. В связи с этим в научной литературе появилось много прогнозов о возможном влиянии этого явления на запасы промысловых рыб и последствиях для рыбного бизнеса (Rijnsdorp et

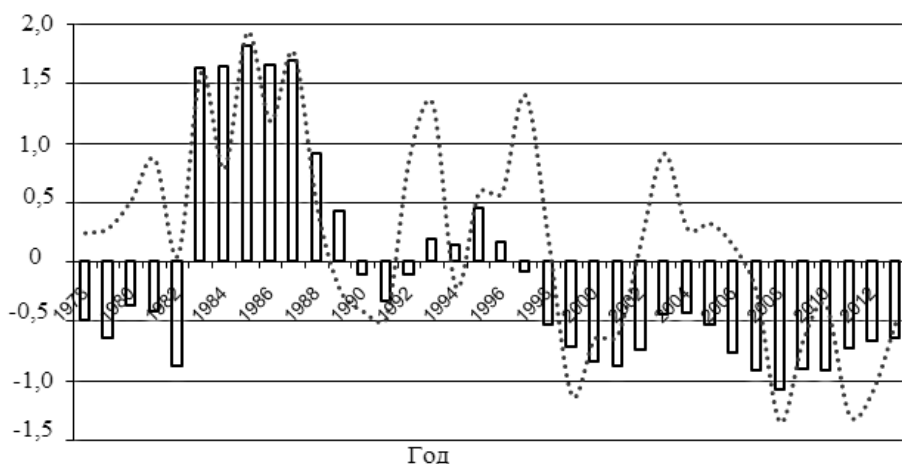


Рис. 18. Аномалии индекса PDO (· ·) и биомассы минтая (□, 10 млн т) в зал. Аляска, Беринговом и Охотском морях в 1978—2013 гг.

al., 2009; Hollowed et al., 2009, 2013; Hunt et al., 2011; Mueter et al., 2011; Haynie, Pfeiffer, 2012, 2013). Большинство авторов считают, что потепление приведет к изменению состояния запасов рыб и негативно отразится на сырьевой базе мирового рыболовства.

Не вдаваясь в детали, следует отметить, что кроме сценария потепления климата не исключен также и сценарий похолодания, а этот вариант многие ученые не учитывают вовсе. Позиция автора основана на том, что в природе существует цикличность явлений, в том числе климатических. Сегодня уже собран столь богатый фактический материал, основанный на кернении льда в Гренландии и Антарктиде, что это позволяет реставрировать изменения климата до 400 тыс. лет назад и далее. Оказалось, что отмечены периоды, когда и температура воздуха была выше, чем сейчас, и содержание углекислого газа в атмосфере тоже было выше, хотя никакой промышленности тогда не было и в помине.

Каковы же перспективы промысла минтая в будущем? Точно ответить на этот вопрос сейчас вряд ли возможно, однако сформулировать «рабочую гипотезу» можно, используя найденные связи. Согласно наблюдениям специалистов Института Арктики и Антарктики (Фролов и др., 2007), существует 60-летний цикл изменения арктической температуры. В течение XX в. период похолодания отмечался до 1910 г., затем, в 1930–1940-х гг., наблюдалось так называемое «потепление Арктики», сменившееся потом в 1950–1960-х гг. похолоданием. В 2000 г. был пройден очередной максимум температуры и тренд изменился, что позволяет ожидать достижения среднего уровня температуры в 2015 г., а периода похолодания — в 2020–2035 гг.

Наступившее в начале XXI в. в северной части Тихого океана похолодание уже привело к двукратному снижению запасов минтая в зал. Аляска, Беринговом и Охотском морях по сравнению с 1980-ми гг., продолжится оно и в дальнейшем. Это предположение основано на двух обстоя-

тельствах: существующем температурном оптимуме (5–6°C), при котором появляются многочисленные поколения, и прогнозируемом достижении минимума индекса PDO в 2030–2035 гг. Снижение запасов минтая в перспективе прогнозируют также Котенев с коллегами (2014).

Таким образом, учитывая тесную связь численности и биомассы минтая Берингова моря с оптимальными температурами, следует ожидать значительного сокращения северных запасов минтая после 2020 г. Снижение запасов может принять форму устойчивой тенденции в зал. Аляска, Беринговом (за исключением теплой юго-восточной части) и Охотском (за исключением теплой юго-восточной части) морях. Наоборот, в южном районе ареала минтая — Японском море — возможен стремительный рост запасов. С похолоданием в эти районы вернутся оптимальные для минтая температуры воды, что приведет к появлению урожайных поколений и, следовательно, к росту биомассы после 2020 г.

ВЫВОДЫ

1. Изучение особенностей динамики минтая в 1965–2013 гг, обитающего в северной части Тихого океана, показало, что устойчивыми являются запасы восточной части Берингова моря, Наваринского района Берингова моря, тихоокеанского побережья Камчатки и Северных Курильских островов, а также северной и восточной частей Охотского моря. Регулировать промысел в указанных районах рекомендуется с использованием модифицированного традиционного, а не «предосторожного подхода», что обоснованно позволит увеличить пресс промысла без подрыва запасов.

Для остальных районов промысла: Западно-Беринговоморского (Карагинская подзона), Восточно-Сахалинского (Восточно-Сахалинская подзона), Южно-Курильского (Южно-Курильская зона), япономорского (подзона Приморье и Западно-Сахалинская подзона) — применение

«предосторожного подхода» оправдано тем, что здесь имеются подтвержденные данные о неустойчивости запасов и наличии депрессии.

2. В случае если процессы похолодания в северной части Тихого океана продолжатся и достигнут в 2020–2035 гг. прогнозируемого уровня, то в традиционных районах промысла, в Беринговом и Охотском морях, следует ожидать значительного сокращения запасов минтая на фоне резкого роста биомассы минтая в Японском море.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдеев Г.В., Смирнов А.В., Фронок С.Л. Основные черты динамики численности минтая северной части Охотского моря в 90-е гг. // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. Ч. 1. С. 207–221.
- Андрияшев А. П. К познанию ихтиофауны рыб Берингова и Чукотского морей // Исследования морей СССР. 1937. Вып. 25. С. 292–355.
- Антонов Н. П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: ВНИРО, 2011. 244 с.
- Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, 2000. 192 с.
- Бабаян В.К., Васильев Д.А., Варкентин А.И., Сергеева Н.П. Методические особенности обоснования ОДУ минтая в условиях неопределенности // Тр. ВНИРО. 2006. Т. 146. С. 13–37.
- Балыкин П.А. Численность поколений и пополнение у западноберинговоморского минтая *Theragra chalcogramma* // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 3. Вып. 5. С. 185–189.
- Балыкин П.А., Максименко В.П. Биология и состояние запасов минтая западной части Берингова моря // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей Советского Союза. М.: Наука, 1990. С. 111–126.
- Бирман И.Б. Периодические колебания численности лососевых и солнечная активность // Тр. ВНИРО. 1969. Т. 69. Вып. 1. С. 171–189.
- Бирман И.Б. Гелиогидробиологические связи как основа для долгосрочного прогнозирования запасов промысловых рыб (на примере лососей) // Вопр. ихтиологии. 1973. Т. 13. Вып. 1. С. 23–37.
- Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат, 1985. 208 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. Межгодовая изменчивость запасов восточноберинговоморского минтая // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методов прогнозирования запасов рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО, 1988. С. 4–16.
- Булатов О.А. Освоение запасов и среднесрочные перспективы промысла минтая Берингова и Охотского морей // Рыб. хоз-во. 2003. №5. С. 30–33.
- Булатов О.А. Оценка запасов, общий допустимый улов и стратегия управления промыслом минтая // Изв. КГТУ. 2006. №9. С. 13–16.
- Булатов О.А., Соболевский Е.И. Распределение, состояние запасов и перспективы промысла в открытой части Берингова моря // Биология моря. 1990. Вып. 5. С. 65–72.
- Булатов О.А., Котенев Б.Н. Промысел и динамика запасов минтая Охотского моря: прошлое, настоящее, будущее // Рыб. хоз-во. 2010. №6. С. 53–55.
- Васильев Д.А. Когортные модели и анализ промысловых биоресурсов при дефиците информационного обеспечения. М.: ВНИРО, 2001. 111 с.
- Васильев Д.А., Глубоков А.И. Первый опыт применения математического моделирования к североберинговоморскому запасу минтая // Рыб. хоз-во. 2005. №4. С. 54–56.

- Васильков В.П., Глебова С.Ю. Факторы, определяющие урожайность поколений минтая западной Камчатки // *Вопр. ихтиологии*. 1984. Т. 24. Вып. 4. С. 561–570.
- Веденский А.П. Опыт поисков скоплений минтая по плавающей икре // *Изв. ТИНРО*. 1949. Т. 29. С. 35–49.
- Владимиров В.И. Критические периоды развития у рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1975. Т. 15. Вып. 6. С. 955–975.
- Вышегородцев В.А. Притауйская популяция минтая // *Экология, запасы и промысел минтая*. Владивосток: ТИНРО, 1981. С. 89–99.
- Гаврилов Г.М. Динамика вылова, методические основы оценки запасов, прогнозирования общего допустимого улова (ОДУ) и возможного вылова (ВВ) промысловых рыб в экономической зоне России дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана // *Усп. современ. естествознания*. 2014. №5. С. 55–76.
- Гаврилов Г.М., Безлюдный А.М. Динамика численности минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) юго-западной части Японского моря // *Тресковые дальневосточных морей*. Владивосток: ТИНРО, 1986. С. 5–28.
- Гордеев В.Д. Состояние и перспективы тралового промысла на Дальнем Востоке // *Изв. ТИНРО*. 1949. Т. 29. С. 3–33.
- Гриценко О.Ф., Котляр А.Н., Котенев Б.Н. Промысловые рыбы России. Т. 1. М.: ВНИРО, 2006. 656 с.
- Глубоков А.И., Котенев Б.Н. Минтай Наваринского района // *Рыб. хоз-во*. 1999. №5. С. 36–37.
- Глубоков А.И., Котенев Б.Н. Популяционная структура минтая *Theragra chalcogramma* северной части Берингова моря. М.: ВНИРО, 2006. 200 с.
- Зверькова Л.М. О динамике численности поколений минтая в зависимости от температуры воды в период нереста // *Рыб. хоз-во*. 1973. №3. С. 14–15.
- Зверькова Л.М. Влияние естественных факторов и промысла на численность минтая северо-восточной части Японского моря // *Экология, запасы и промысел минтая*. Владивосток: ТИНРО, 1981. С. 24–40.
- Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: Изд-во ТИНРО-центра, 2003. 248 с.
- Зверькова Л.М. Динамика запасов минтая // *Вопр. рыболовства*. 2013. Т. 14 (153). С. 79–93.
- Золотов О.Г., Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. Оценка запасов восточноохотоморского минтая // *Популяционная структура, динамика численности и экология минтая*. Владивосток: ТИНРО, 1987. С. 65–73.
- Ижевский Г.К. Системная основа прогнозирования океанологических условий воспроизводства промысловых рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 1964. 165 с.
- Ильин О.И., Сергеева Н.П., Варкентин А.И. Оценка запасов и прогнозирование ОДУ восточно-камчатского минтая (*Theragra chalcogramma*) на основе предосторожного подхода // *Тр. ВНИРО*. 2014. Т. 151. С. 62–74.
- Кагановская С.М. Материалы к познанию минтая // *Изв. ТИНРО*. 1950. Т. 32. С. 103–120.
- Качина Т.Ф., Сергеева С.П. Динамика численности восточноохотоморского минтая // *Экология, запасы и промысел минтая*. Владивосток: ТИНРО, 1981. С. 19–27.
- Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 235 с.
- Котенев Б.Н. Распределение в Беринговом море участков дна, пригодных для тралового промысла // *Тр. ВНИРО/ Изв. ТИНРО*. Т. 72/ Т. 70. 1970. С. 70–77.
- Котенев Б.Н., Кровнин А.С., Масленников В.В., Мордасова Н.В. О будущем состоянии популяций массовых гидробионтов в биопродуктивных районах Мирового океана // *Тр. ВНИРО*. 2014. Т. 152. С. 203–243.
- Кровнин А.С., Котенев Б.Н., Мурый Г.П. Многолетние колебания численности лососевых и минтая в северо-западной

части Тихого океана в связи с изменениями климата // Тез. докл. Науч.-технич. симпозиума «Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов». Т. 1. СПб., 2000. С. 29–30.

Кузнецов В.В., Котенев Б.Н., Кузнецова Е.Н. Популяционная структура, динамика численности и регулирование промысла минтая в северной части Охотского моря. М.: ВНИРО, 2008. 174 с.

Максименко В.П., Антонов Н.П. Модель адаптивного управления промыслом на примере восточно-камчатского минтая *Theragra chalcogramma* // Вопр. ихтиологии. 1999. Т. 39. №6. С. 748–760.

Михеев А.А. Приложение модели открытой эксплуатируемой популяции к оценке локальных запасов // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 112–125.

Овсянников Е.Е. Оценка урожайности поколений минтая в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 157. С. 67–80.

Радченко В.И., Соболевский Е.И. Сезонная динамика пространственного распределения минтая *Theragra chalcogramma* в Беринговом море // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32 №5. С. 84–95.

Серобаба И.И. Воспроизводительная способность минтая из восточной части Берингова моря в связи с изменением его численности // Биология моря. 1979. Вып. 3. С. 74–77.

Световидов А.Н. Рыбы. Трескообразные // Вып. 4. Фауна СССР. Т. IX. Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1948. 226 с.

Смирнов А.В. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживаемость охотоморского минтая в раннем онтогенезе // Вопр. рыболовства. 2005. Т. 6. № 2. С. 278–297.

Смирнов А.А., Приколки О.В. Влияние ледовитости на вылов и урожайность поколений минтая в северной части Охотского моря // Вопр. промысл. океанологии. 2011. Вып. 8. №1. С. 240–244.

Соколовский А.С., Глебова С.Ю. Долгопериодные флуктуации численности

минтая в Беринговом море // Изв. ТИНРО. 1985. Т. 110. С. 38–42.

Степаненко М.А. Закономерности межгодовой численности восточноберингоморской популяции минтая *Theragra chalcogramma* и ее тенденция в 80–90-е годы // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. Ч. 1. С. 136–144.

Степаненко М.С., Грицай Е.В. Состояние ресурсов, условия обитания и промысел минтая в восточной и северо-западной частях Берингова моря в начале 2010-х годов // Вопр. рыболовства. 2013. Т. 14. № 2(54). С. 58–74.

Фадеев Н.С. Была ли «вспышка» численности минтая в северной части Тихого океана? // Биология моря. 1980. Вып. 5. С. 66–71.

Фадеев Н.С. Урожайность поколений североохотоморского минтая // Вопр. рыболовства. 2001. Т. 2. № 2(6). С. 299–318.

Фадеев Н.С. Биология и промысел минтая Восточно-Корейского залива // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 142. С. 113–133.

Фадеев Н.С., Веспестад В. Обзор промысла минтая // Там же. 2001. Т. 128. С. 58–74.

Фролов И.Е., Гудкович Э.М., Карклин В.П. и др. 2007. Научные исследования в Арктике. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. Т. 2. СПб.: Наука, 2007. 158 с.

Шунтов В.П. Биологические ресурсы Охотского моря. М.: Агропромиздат, 1985. 224 с.

Шунтов В.П. Состояние изученности многолетних циклических изменений численности рыб дальневосточных морей // Биология моря. 1986. Вып. 3. С. 3–14.

Шунтов В.П. Состояние биоты и биоресурсов морских макроэкосистем дальневосточной экономической зоны России // Вестн. ДВО РАН. 2009. С. 15–22.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П. Современное состояние, био- и рыбопродуктивность экосистемы Берингова моря // Комплексные исследования экосистемы Бе-

- рингова моря. М.: ВНИРО, 1995. С. 358–387.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я. Состав и современное состояние сообщества рыб пелагиали западной части Берингова моря // Биология моря. 1988. №2. С. 56–65.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 1993. 426 с.
- Шунтов В.П., Радченко В.И., Дулепова Е.П., Темных О.С. Биологические ресурсы дальневосточной экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Изв. ТИНРО. 1997. Т. 122. С. 3–15.
- Balykin P.A. Western Bering Sea Walleye Pollock Population Dynamics and Stock Conditions // Proc. Intern. Symp. Biol. Management Walleye Pollock, Fairbanks, Alaska, 1989. P. 537–547.
- Balykin P.A. Dynamics and abundance of western Bering Sea pollock // Ecology of the Bering Sea: a review of Russian literature. Fairbanks: Univ. Alaska, 1996. Alaska Sea Grant Rep. № 96–1. P. 177–182.
- Bulatov O.A. Reproduction and abundance of spawning Pollock in the Bering Sea // Proc. Intern. Sci. Symp. Bering Sea Fish. Sitka, Alaska: NOAA Tech. Mem., NMFS, 1988. P. 40–47.
- Bulatov O.A. Biomass variations of walleye pollock of the Bering Sea in relation to oceanological conditions // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 1995. V. 121. P. 631–640.
- Bulatov O.A. Walleye Pollock: Global overview // Fish. Sci. 2014. V. 80. Iss. 2. Social-ecological systems on walleye Pollock under changing environment: Inter-disciplinary approach. P. 109–116. DOI 10.1007/s112562–014–0715–0. PICES.
- Bulatov O.A., Sobolevskyi E.I. Distribution, condition of stocks, and outlook of the walleye Pollock fishery in the High Bering Sea // Proc. Intern. Symp. Biol. Management Walleye Pollock. Anchorage, Alaska: Univ. Alaska, 1989. Alaska Sea Grant Rep. № 89–1. P. 591–604.
- Cushing D. Plankton production and year-class strength in fish population: an update of the match/mismatch hypothesis // Adv. Mar. Biol. 1990. № 26. P. 249–293.
- Dawson P. Walleye Pollock stock structure implications from age composition, length-at-age, and morphometric data from central and eastern Bering Sea // Proc. Intern. Sci. Symp. Biol. Management Walleye Pollock. Fairbanks, Alaska, 1989. P. 605–642.
- Dorn M., Ayudin K., Barbeaux S. et al. Assessment of the walleye pollock stock in the Gulf of Alaska // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Gulf of Alaska. Ch. 1. Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council, 2011. P. 51–160.
- Dorn M., Ayudin K., Jones D. et al. Assessment of the walleye pollock stock in the Gulf of Alaska // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Gulf of Alaska. Ch. 1. Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council, 2013. P. 53–158.
- Fisheries and Aquatic Statistics. FAO Yearbook. Rome: FAO, 2014. 76 p. (www.fao.org/3/a-i3720e/index.yml).
- Funamoto T. Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan // Jpn. Fish. Oceanogr. 2007. V. 16. № 6. P. 515–525.
- Funamoto T., Yamamura O., Shida O. et al. Comparison of factors affecting recruitment variability of walleye Pollock *Theragra chalcogramma* in the Pacific Ocean and the Sea of Japan off northern Japan // Fish. Sci. 2014. V. 80. Iss. 2. Social-ecological systems on walleye Pollock under changing environment: Inter-disciplinary approach. P. 117–126. DOI 10.1007/s112562–014–0716–z. PICES.
- Gulland J.A. Manual of methods for fish stock assessment. Part I. Fish population analysis // FAO Man. Fish. Sci. 1964. №4. 154 p.
- Hamai I., Kinoshita S., Kyushin T. Effect of temperature on the body form and

- mortality in the developmental and early larval stages of the Alaska pollock (*Theragra chalcogramma* (Pallas) // Hokkaido Univ., Fac. Fish. Bull. 1971. V. 22. №1. P. 11–29.
- Haynle A.C., Pfeiffer L. Why economics matters for understanding the effects of climate change on fisheries // ICES J. Mar. Sci. 2012. V. 69. №7. P. 1160–1167.
- Haynle A.C., Pfeiffer L. Climatic and economic drivers of the Bering Sea walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) fishery: implications for the future // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2013. V. 70. P. 841–853. dx. doi. org./10.1139/cjfas-2012–0265.
- Hollowed A.B., Bond N.A., Wilderbuier T.K. et al. A framework for modeling fish and shellfish responses to future climate change // ICES J. Mar. Sci. 2009. V. 66. № 7. P. 1584–1594.
- Hollowed A.B., Barange M., Beamish R.J. et al. Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries // Ibid. 2013. V. 70. №5. P. 1023–1037.
- Honkalehto T., Ressler P., Towler R., Wilson C. Using acoustic data from fishing assessment of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) abundance in the eastern Bering Sea // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2011. V. 68. P. 1231–1242.
- 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. Khabarovsk, USSR, 1990. P. 173–182.
- Hunt G. L., Coyle K. O., Eisner L. et al. Climate impacts on eastern Bering Sea foodwebs: a synthesis of new data and an assessment of the Oscillating Control Hypothesis. // ICES J. Mar. Sci. 2011. V. 68. P. 1230–1243.
- Ianelli J., Honkalehto T., Williamson N. An age-structured assessment of pollock (*Theragra chalcogramma*) from the Bogoslof Island Region // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions // Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council. 2006. Section 1. P. 81–218. (<http://www.afsc.noaa.gov/refm/docs/2006/Bogpollock.pdf>)
- Ianelli J., Barbeaux S., Honkalehto T. et al. Eastern Bering Sea walleye Pollock // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council. 2007. Section 1. P. 41–138.
- Ianelli J., Barbeaux S., Honkalehto T. et al. Assessment of the walleye pollock stock in the Eastern Bering Sea // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council. 2011. Section 1. P. 51–168.
- Ianelli J.N., Honkalehto T., Barbeaux S. et al. Assessment of the walleye pollock stock in the Eastern Bering Sea // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. Anchorage, Alaska: North Pac. Fish. Mgmt. Council. 2013. Section 1. P. 53–152.
- Karp W.A., Traynor J.J. Assessment of the abundance of eastern Bering Sea walleye pollock stocks // Proc. Intern. Symp. Biol. Manag. Walleye Pollock. Fairbanks, Alaska, 1989. P. 433–456.
- Kim D.-H., Kang S., Kim S. Market and consumption of walleye Pollock in Korea // Social-ecological systems on walleye Pollock under changing environment: Inter-disciplinary approach // Fish. Sci. 2014. V.80. Iss. 2. P. 213–218. DOI 10.1007/s12562–014–0725-y. PICES.
- Kimura D. Variability in estimating catch-in-numbers-at-age and its impact on cohort analysis // Can. J. Fish. Aquat. Sci. (Spec. Publ.) 1989. V. 108. Effects on ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models. P. 57–66.
- Kobari T., Tadakoro K., Sugisaki H., Itoh H. Response of *Eucalanus bungii* to oceanographic conditions in the western subarctic Pacific Ocean: retrospective analysis of the Odate collections // Deep Sea Res. II. 2007. V. 54. P. 2748–2759.

- Kotenev B., Bulatov O. Dynamics of the walleye pollock biomass in the Sea of Okhotsk. Proceedings of the Fourth Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas North Pacific // PICES Sci. Rep. 2009. № 36. P. 291–295.
- Maeda T., Nakatani T. Distribution and Migration of Adult Walleye Pollock off Hiyama, Southwestern Hokkaido // Proc. Intern. Symp. Biol. Managem. Walleye Pollock. Sea Grant reports. Fairbanks: Univ. Alaska, 1989. P. 325–347.
- McKelvey D., Stienessen S. Results of the March 2012 acoustic-trawl survey of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) conducted in the southeastern Aleutian Basin near Bogoslof Island, Cruise DY2012–02. 2012. (<http://www.afsc.noaa.gov/Publications/ProcRpt/PR2012–08.pdf>)
- Megrey B. A. On the contribution on density-dependent factors to year class variations in Alaskan waters // Proc. from a workshop on year class variations as determined from pre-recruitment investigations. Bergen, 1989. P. 425–456.
- Megrey B. A., Bograd S. J., Rugen W. J. et al. An exploratory analysis of associations between biotic and abiotic factors and year-class strength of Gulf of Alaska walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. (Spec. Publ.). 1995. V. 121. Climate change and Northern Fish Populations. P. 227–243.
- Mito K. Stock assessment of walleye pollock in the Bering Sea under assumption of three stocks // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea Fisheries. Khabarovsk, USSR, 1990. P. 148–172.
- Mori K., Hiyama Y. Stock assessment and management for walleye Pollock in Japan // Social-ecological systems on walleye Pollock under changing environment: Inter-disciplinary approach // Fish. Sci. 2014. V. 80. Iss. 2. P. 161–172. DOI 10.1007/s12562–014–0720–3. PICES.
- Mueter F. J., Bond N. A., Ianelli J. N., Hollowed A. B. Expected declines in recruitment of walleye (*Theragra chalcogramma*) in the Bering Sea under future climate change // ICES J. Mar. Sci. 2011. V. 68. №6. P. 1284–1296. doi:10.1093/icesjms/fsr022.
- Nakatani T. Studies on the early life history of walleye Pollock *Theragra chalcogramma* in Funka Bay and vicinity: PhD dissertation. Hokkaido: Hokkaido Univ.; Hakodate, 1984. 46 p.
- Naumenko N. I. Long-term fluctuations in the ichthyofauna of the western Bering Sea // Ecology of the Bering Sea: a review of Russian literature. Alaska Sea Grant College Program Rep. №96–1. Fairbanks: Univ. Alaska, 1996. P. 143–158.
- Okada K. Biological characteristics and abundance of pelagic pollock in the Aleutian Basin // Bull. INPFC. 1986. №.45. P. 150–176.
- Paul A. J. Light, temperature, nauplii concentrations, and prey capture by first feeding pollock larvae *Theragra chalcogramma* // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1983. V.13. P. 175–179.
- Quinn T., Niebauer Y. Relation of eastern Bering Sea walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) recruitment to environmental and oceanographic variables // Can. J. Fish. Aquat. Sci. (Spec. Publ.). 1995. V. 121. Climate change and Northern Fish Populations. P. 497–507.
- Ricker W. Stock and recruitment // J. Fish. Res. Bd. Can. 1954. V. 11. P. 559–623.
- Rijnsdorp A. D., Peck M. A., Engelhart G. H. et al. Revolving the effect of climate change on fish populations // ICES J. Mar. Sci. 2009. V. 66. № 7. P. 1570–1583.
- Sasaki T. Synopsis of biological information on pelagic pollock resources in the Aleutian Basin // Proc. Intern. Sci. Symp. on Bering Sea. Seattle, USA, 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. Khabarovsk, USSR, 1990. P. 83–104.
- Sasaki T., Yoshimura T. Japanese trawl fishery in the international waters of Bering Sea (1986–1989) // Ibid. 1990. P. 124–130.

- ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА ТОМ 15 №4 2014