Известия ТИНРО

2016 **Том 185**

УДК 597.555.5

В.П. Шунтов*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

ПОЧЕМУ ИЗМЕНЯЕТСЯ ЧИСЛЕННОСТЬ МИНТАЯ (*THERAGRA CHALCOGRAMMA*)

Критически анализируются некоторые распространенные представления о факторах среды, определяющих закономерности миграций (в том числе сроков) и динамики численности минтая. Особое внимание уделено минтаю Берингова моря. Показано, что не соответствуют реальной картине выводы о том, что сроки миграций минтая на севере Берингова моря связаны с обеспеченностью пищей, а урожайность поколений — с уровнем зимней смертности сеголеток, определяемом количеством пищи (особенно при ее дефиците). Ставятся под сомнение выводы о строгой периодичности динамики численности минтая, связанной с глобальными климато-океанологическими факторами. Подчеркивается важность провинциальных факторов в динамике различных популяций.

Ключевые слова: минтай, миграции, дефицит пищи, урожайность поколений, состояние запасов.

Shuntov V.P. Why does the pollock (*Theragra chalcogramma*) abundance change // Izv. TINRO. — 2016. — Vol. 185. — P. 31–48.

Some common ideas about environmental factors that determine the patterns of migration (including timing) and stock dynamics of walleye pollock are critically analyzed with particular attention to the Bering Sea. There is shown that the conception of the migration timing dependence on food supply in the northern Bering Sea does not represent the real facts, as well as the conception of year-class strength dependence on winter mortality of fingerlings determined by food supply, especially in conditions of its deficiency. Periodicity of the pollock stocks dynamics associated with global changes of climatic and oceanographic factors is also called in question. Role of provincial factors in dynamics of the pollock populations is discussed and emphasized.

Key words: pollock, migration, food deficiency, year-class strength, state of stock.

После того как в начале второй половины прошлого столетия минтай *Theragra chalcogramma* вошел в состав основных видов мирового рыболовства, многократно увеличилось число публикаций, в которых рассматриваются различные стороны его биологии, состояния биоресурсов, управления ими и прогнозирования динамики численности этого вида на ближнюю и отдаленную перспективы. Счет публикаций уже идет на многие сотни (возможно тысячи), среди которых имеются и крупные обобщения.

Вместе с тем нельзя не заметить, что уровень и развитие представлений об экологии минтая, несмотря на значительные усилия специалистов многих стран Северотихоокеанского региона, далеко не соответствуют росту количества публикаций о нем. По многим вопросам, в том числе касающимся популяционной организации,

** Шунтов Вячеслав Петрович, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: shuntov.vp@yandex.ru.*

Shuntov Vyacheslav P., D.Sc., professor, principal researcher, e-mail: shuntov.vp@yandex.ru.

закономерностей динамики запасов, лимитирующих численность факторов «снизу» и «сверху», места и роли минтая в биоценозах, а также совершенствования подходов к управлению его ресурсами с позиций рационального природопользования, сохраняется большой разнобой и пестрота мнений и версий, к тому же даже при трактовке одних и тех же исходных данных (т.е. первичных материалов).

В ряде публикаций (Шунтов и др., 1993, 2007; Шунтов, Темных, 2008а, б, 2011; Шунтов, 2016) я с коллегами уже делал критический анализ трактовок и представлений разных авторов по перечисленным выше вопросам. Но поток подобных публикаций по минтаю не ослабевает, их список заметно пополняется ежегодно. В случае же отсутствия новых данных, как и ранее, повторяются старые версии или новые, при этом иногда с претензиями на открытие. Некоторые из последних публикаций по минтаю «подтолкнули» меня этой статьей откликнуться на новые трактовки старых идей.

В настоящем томе «Известий ТИНРО» опубликована статья М.А. Степаненко и Е.В. Грицай (2016) «Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря». В основном в ней озвучиваются опубликованные в «Вопросах рыболовства» (Степаненко, Грицай, 2013) представления этих авторов о миграциях и закономерностях динамики численности беринговоморского минтая.

В 2013 г. упомянутые авторы писали: «Выживаемость на ранних этапах жизни может зависеть от определенных фоновых факторов (температура воды и ее градиенты, соленость, направление и сила течений, циклоническая активность, ледовитость моря, штормовая активность). Значимо и прямое воздействие других видов на численность молоди минтая через ее прямое потребление, а также уровень каннибализма» (с. 220). А в статье настоящего тома главная идея для убедительности повторяется дважды — в начале и конце статьи: «Выживаемость на ранних этапах онтогенеза может зависеть от определенных фоновых факторов (температура воды и ее градиенты, соленость, направление и сила течений, ледовитость моря, штормовая активность, численность планктона)» (с. 18) и «Выживаемость молоди с шельфовых нерестилищ на ранних стадиях развития потенциально может зависеть от таких условий, характерных для шельфовой зоны, как большие градиенты температуры и солености, распространение льда, штормовая активность, направление течений» (с. 26). Ежегодно аналогичные формулировки М.А. Степаненко и Е.В. Грицай повторяют в путинных прогнозах*.

Подобные объяснения динамики численности рыб и других гидробионтов (они весьма распространены, т.е. характерны не только для цитируемых авторов) свидетельствуют почти обо всем, но по существу ни о чем. Они не приближают к пониманию причин и механизмов формирования этой динамики. Очевидно, что здесь необходимы конкретные количественные оценки влияния разных факторов и интегрального результата их совместного воздействия. При современном уровне знаний и представлений это в основном невозможно, тем более что разные факторы могут ослаблять или усиливать друг друга. Попутно замечу, что еще в конце прошлого столетия высказывались противоположные взгляды на связь урожайности поколений восточноберинговоморского минтая с такими факторами, как ледовитость, температура и положение границы холодных вод. Объяснялось это тем, что температура воды в восточной части Берингова моря в экстремальные годы не выходит за пределы аномальных значений для минтая (Хен, 1987, 1991).

Приведенные выше генерализованные формулировки значения различных факторов в принципе могут быть отнесены к любому другому виду рыб и других животных. Однако хорошо известно, что всего набора исходных количественных данных, даже если проводится регулярный мониторинг воспроизводства и состояния популяций,

---

* Беринговоморская минтаевая путина — 2013 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-центр, 2013. 67 с.; Беринговоморская минтаевая путина — 2014 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-центр, 2014. 59 с.; Беринговоморская минтаевая путина — 2015 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-центр, 2015. 61 с.

у исследователей, как правило, нет, особенно если мониторинг не обеспечен или мало обеспечен экспедиционными комплексными исследованиями. В таких случаях используются косвенные данные (обычно это различные индексы), промстатистика, формальное моделирование и в итоге выдвигаются версии, нередко в форме постулатов, а также строятся гипотезы.

Из таких публикаций последних лет помимо упомянутых выше статей (Степаненко, Грицай, 2013, наст. том) привлекает внимание и другая серия статей по минтаю российских вод (Булатов, Моисеенко, 2008; Кузнецов и др., 2008; Булатов, Котенев, 2010; Кузнецов, Кузнецова, 2010; Булатов, 2013, 2014; Зверькова, 2013, 2015). Целью настоящей статьи не является изложение и анализ всех позиций перечисленных и других исследователей. Для этого потребовалось бы писать новую монографию. Замечу при этом, что далеко не все в многочисленных работах разных авторов я не принимаю. Ограничусь только замечаниями по некоторым сомнительным, но распространенным толкованиям и выводам по двум направлениям исследований:

• о причинах межгодовой динамики в миграциях и количественном распределении минтая;

• о факторах, определяющих формирование урожайности поколений и тенденции в динамике численности минтая.

Межгодовая изменчивость в формировании промысловых скоплений минтая. Минтай, как и другие субарктические рыбы, обитает в условиях значительно изменяющейся по сезонам среды. В сроках его размножения, миграций и нагула наблюдается заметная изменчивость, в общих чертах соответствующая ходу фенологических событий. Это весьма экологически пластичный вид, популяции которого адаптивно вписываются в условия среды в пределах их ареалов. Хорошо известно, например, что в северных и южных частях его обширного ареала (от Чукотки до субтропической зоны) он размножается в разные сезоны. В северобореальных районах минтай нерестится в основном в весенне-летнее, а в южнобореальных — в осенне-зимнее время.

Миграции минтая и закономерности формирования его нагульных концентраций чаще всего анализируются и прогнозируются в публикациях по северо-западной части Берингова моря (анадырско-наваринский район). Именно минтай этого района регулярно освещается в работах М.А. Степаненко и Е.В. Грицай, некоторые из них упомянуты выше.

Особенностью данного района является абсолютное преобладание здесь в летне-осенний период особей восточноберинговоморской популяции минтая. Условия и эффективность его промысла в межгодовом плане здесь заметно различаются (освоение ОДУ в 2000-е гг. составляло 75,6–101,7 %). Одна из давно известных причин этого — уровень численности восточной популяции: при высокой численности заходы минтая в российские воды бывают более значительными. Из абиотических и биотических факторов М.А. Степаненко и Е.В. Грицай (2013) первоначально приоритетное значение придавали термическому режиму (особенно мощности Лаврентьевского холодного пятна) и срокам прогрева и охлаждения вод. В последнее время (Степаненко, Грицай, наст. том) акцент стал делаться на пищевую обеспеченность (макропланктон, в основном эвфаузииды и копеподы) с упором на возможный дефицит макропланктона. Делались также попытки увязать развитие планктона с режимом вод, в том числе с учетом теплых и холодных периодов лет.

По мнению М.А. Степаненко и Е.В. Грицай, помимо влияния положительных аномалий температуры воды, нагульные миграции минтая из восточной части Берингова моря в анадырско-наваринский район раньше начинаются в годы с низкими биомассами планктона в целом в рассматриваемом бассейне и особенно в районах основного обитания восточной популяции, а ранние миграции после нагула назад на восток моря — при дефиците планктона в Анадырском заливе и сопредельных водах шельфа и свала глубин у мыса Наварин.

С формальных позиций изложенные представления выглядят правдоподобно. Однако они не подтверждаются убедительными доказательствами. Цитируемые авто-

ры оказываются непоследовательными даже при оценке влияния на миграции и распределение минтая температуры воды. Неоднократно подчеркивая большое значение этого фактора, в конечном счете они утверждают, что температура в последние полтора десятилетия не препятствовала массовым подходам минтая в экономическую зону России, в том числе не оказывала влияния на сроки миграций на нагул в анадырско-наваринский район и обратно в американские воды.

Вообще М.А. Степаненко и Е.В. Грицай, впрочем, нередко и другие авторы, заранее ставят себя в затруднительное положение, рассматривая минтая с позиций, приемлемых при изучении видов с ограниченной пластичностью, т.е. экологический профиль которых определяется узкими диапазонами факторов среды. Минтай — весьма пластичный вид с высокой численностью и обширным ареалом, который на севере соприкасается с арктической зоной, а на юге — с субтропической. В этих географических пределах он заселяет воды всего шельфа и свала глубин до 1000 м (небольшое количество проникает и глубже), при этом обитает как в толще эпи- и мезопелагиали, так и в придонных слоях. Это субарктический вид с довольно широким температурным диапазоном обитания — от минус 1,8 до плюс 14,0 °С. Оптимальными температурами в северных районах считаются минус 1,0 — плюс 4,0 °С, в южных — 0,5–5,0 °С. Икра в верхней эпипелагиали встречается при минус 1,8 — минус 6,0 °С (Шунтов и др., 1993; Фадеев, 2005; Промысловые рыбы России, 2006). Будучи подвижной рыбой и перераспределяясь по глубинам в разных частях ареала, он всегда может найти оптимальный по значениям температуры слой воды.

Если иметь в виду только Охотское, Берингово и Японское моря, то в этой части ареала минтая можно отнести к интерзональным видам. В придонных слоях его распространение ограничивают глубины (около 1 км). Но в пелагиали он обитает на всей акватории этих морей. Иная картина наблюдается в океанической части ареала. Здесь в пелагиали минтай за пределы вод свала глубин проникает мало. Основная его масса явно тяготеет к окраинам океана (рис. 1 и 2), т.е. здесь он является дальненеритическим видом, избегающим первичные океанические водные массы. С позиций трансконтинентальной зональности границы прибрежных (неритических), нерито-океанических (дальненеритических) и океанических видов определяются комплексом факторов, формирующих фон соответствующих ландшафтов.

Что касается концентраций минтая на южной границе Лаврентьевского холодного пятна, то это не является свидетельством его накопления перед температурным барьером. Уже давно при изучении морских птиц на шельфе восточной части Берингова моря было замечено, что прилетающие в весенне-летний период из Южного полушария на линьку и откорм миллионы особей тонкоклювого буревестника *Puffinus tennnuirostris* образуют грандиозные скопления с южной и северной сторон холодного пятна вод, простирающегося через весь северный шельф с северо-запада на юго-восток. В питании этого буревестника здесь большое значение имеют эвфаузииды. В дальнейшем было установлено, что повышенные концентрации птиц (не только буревестников) связаны с дислокацией продуктивных зон и кормовых полей, положение которых во многом определяется орографическим эффектом. На широких шельфах формируются вторичные фронты, на которых происходит накопление планктона. Обычно подобные фронтальные образования формируются вдоль изобат 50 и 100 м, а также вдоль кромки шельфа и свала глубин. В районах с узкими шельфами эти фронтальные образования могут сливаться в одну зону (Шунтов, 1961; Gould et al., 1982; Schneider et al., 1987). Судя по всему, аналогичная ситуация наблюдается и на южной границе Лаврентьевского холодного пятна.

В упомянутых статьях М.А. Степаненко и Е.В. Грицай (2013, наст. том) говорится о повышенных концентрациях минтая в районах каньонов, пересекающих свал глубин южнее мыса Наварин. В настоящее время хорошо известно, что в каньонах особенно наглядно срабатывает орографический эффект, приводящий к накоплению планктона. Об этом, кстати, хорошо «осведомлены» не только рыбы, но и киты (Шунтов, 2016). Обычно на таких участках наблюдаются создаваемые повышенными концентрациями зоопланктона звукорассеивающие слои. В рассматриваемом наваринском районе конфи-

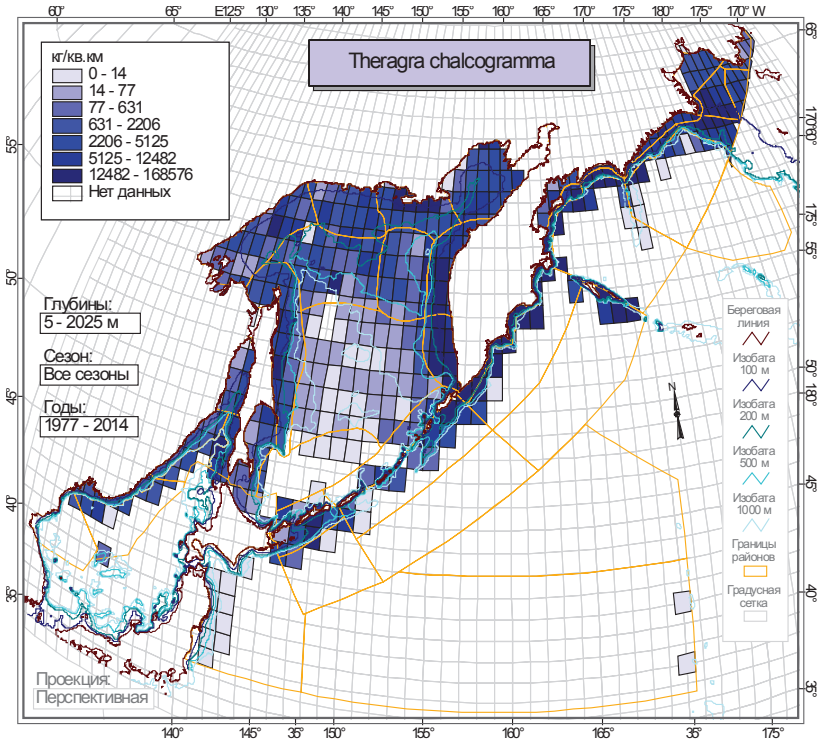

Рис. 1. Среднемноголетнее (1977–2014 гг.) количественное распределение минтая в придонных слоях по данным 34138 донных тралений

Fig. 1. Mean quantitative distribution of pollock at the bottom (on the data of 34138 bottom trawlings, averaged for 1977–2014)

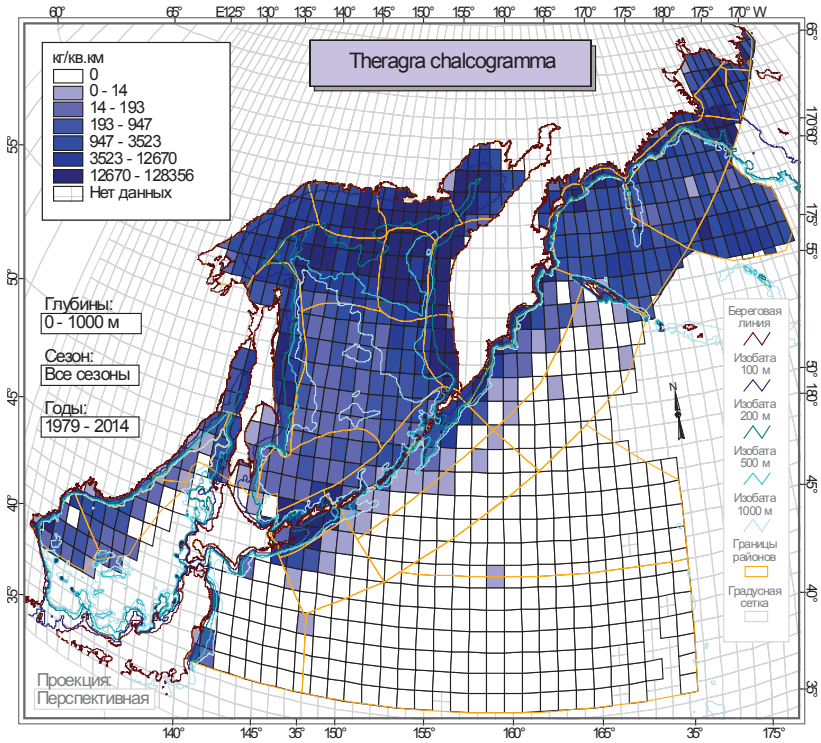

Рис. 2. Среднемноголетнее (1977–2014 гг.) количественное распределение минтая в пелагиали по данным 26547 пелагических тралений

Fig. 2. Mean quantitative distribution of pollock in the pelagic layers (on the data of 26547 pelagic trawlings, averaged for 1977–2014)

гурация свала глубин и кромки шельфа, пересекаемые каньонами, а также направленное с юго-востока хорошо выраженное Центрально-Беринговоморское течение, которое здесь дивергирует на Наваринское и Восточно-Камчатское течения, создают все предпосылки для постоянного привноса со смежных акваторий и накопления планктона в микроциркуляционных образованиях и на вторичных фронтах.

Акцент в работах М.А. Степаненко и Е.В. Грицай на повторяющийся в районах нагула дефицит пищи для минтая (в основном макропланктон — эвфаузииды и копеподы), судя по всему, помимо собственных представлений является следствием того, что они недостаточно разобрались в количественных оценках в экспедициях ТИНРО-центра концентраций макропланктона и питания рыб. Кроме того, они нашли поддержку своим взглядам в одной из публикаций Е.П. Дулеповой (2014), которая также по данным экспедиций ТИНРО-центра рассчитала продукционные характеристики зоопланктонных сообществ западной части Берингова моря и отдельных ее районов, в том числе в Анадырском заливе и наваринских водах за длительный период, начиная с 1980-х гг. Сравнивая периоды 2002–2006 и 2007–2011 гг., она отметила, что средняя биомасса зоопланктона в западной части моря незначительно уменьшилась, с 955 до 856 мг/м^3 (очевидно, что это небольшое уменьшение). М.А. Степаненко и Е.В. Грицай эти соотношения перенесли и на районы нагула восточноберинговоморского минтая. В действительности же в анадырско-наваринском районе (биостатистические районы 1–5) биомассы остались на прежнем уровне — 1128 и 1134 мг/м^3, однако средняя биомасса нехищного планктона уменьшилась с 882 до 799 мг/м^3, а хищного — увеличилась с 246 до 335 мг/м^3. В последующем эта тенденция имела продолжение, особенно в биостатистическом районе 5 (нижняя часть шельфа и свал глубин у мыса Наварин), где к 2013 г. биомасса копепод снизилась в 6 раз, а доля хищного планктона увеличилась с 14 до 51 %. В результате сопоставления продукции мирного и хищного планктона Е.П. Дулепова заключила, что реальная продукция планктонного сообщества (т.е. за вычетом из продукции мирного планктона объемов его потребления хищным планктоном) стала отрицательной. По ее мнению, значение «реальной продукции» является универсальным показателем кормовой обеспеченности нектона, поэтому она поддержала заключение М.А. Степаненко и Е.В. Грицай о том, что раннее покидание нагульных акваторий минтаем в анадырско-наваринском районе связано с плохой обеспеченностью его пищей в результате ее выедания. В то же время она неоднократно делала оговорки о том, что расчеты «реальной» продукции планктонного сообщества весьма относительны, а свою статью даже заканчивает вполне логичным выводом: «… уровень количественного развития нектона (общая биомасса за определенный период) не определяется общей величиной биомассы планктона или его продукционных характеристик. Это связано с тем, что формирование численности поколений различных видов рыб и кальмаров происходит на личиночном уровне, когда в питании личинок ведущую роль играет микропланктон» (Дулепова, 2014, с. 247).

Также нельзя не согласиться с оговорками Е.П. Дулеповой относительно надежности использования «реальной» продукции для оценки пищевой обеспеченности рыб. Элементарное сопоставление продукции сетного мирного и хищного планктона дает заниженные ее показатели, так как в питании хищного планктона помимо сетного нехищного планктона значительную долю занимают мелкие гетеротрофы и другой микропланктон и бактерии, имеющие высокие продукционные показатели. Минтай пластичен в выборе пищи и легко при дефиците обычных кормовых объектов переходит на другие — декапод, ойкоплевр, мелких кальмаров и рыб, в том числе собственную молодь. Называется также не учитываемый при оценке количества пищи привнос ее со смежных акваторий. Не лучшим подходом стало использование для расчетов данных по концентрациям планктона только в эпипелагиали, так как они не отражают всю структуру планктонного сообщества. Более приемлемо использовать состав и запасы планктона под единицей площади. В этом отношении особенно показательны расчеты А.Ф. Волкова (2015) по 5 биостатистическим участкам Анадырского залива и наваринского района, различающимся глубиной (табл. 1)

Таблица 1

Среднемноголетние концентрации (мг/м^3) и запасы (тыс. т) макропланктона в различных районах северо-западной части Берингова моря (Волков, 2015)

Table 1

Mean concentration (mg/m^3) and stock (10^3 t) of macroplankton in the northwestern Bering Sea, by biostatistical areas (from: Волков, 2015)

Показатель	1	2	3	4	5
Облавливаемый слой, м	39	51	92	80	164
Концентрация, мг/м^3	984	1020	1035	1208	776
Запас, тыс. т	748	2517	4216	2635	4722

Примечание. Здесь и далее районы: 1 — прибрежные воды Чукотки, 2 — вершинная часть Анадырского залива, 3 — центральная часть Анадырского залива, 4 — восточная часть Анадырского залива, 5 — наваринский район.

Хорошо видно, что в наваринских водах с более низкими концентрациями макропланктона его запасы выше, чем в других районах. Нельзя не упомянуть также, за счет какой группы увеличивались в последние годы доля и количество хищного зоопланктона. Это амфиподы, особенно *Themisto libellula*, биомасса которой увеличилась в 8 раз — с 10 до 83 мг/м^3 (Дулепова, 2014). Подчеркну, что амфиподы являются одним из наиболее предпочитаемых многими рыбами пищевых объектов.

Вызывает удивление, почему цитируемые выше авторы при анализе условий питания минтая не используют или мало используют получаемую в экспедициях ТИНРО-центра обширную информацию по величине и составу его рационов, а также интенсивности питания. Напомню, что в комплексных экспедициях ТИНРО-центра пробы по питанию рыб берутся из уловов каждого траления и счет проанализированных желудков идет на тысячи. Очевидно, что именно такие данные, а также оценки накопленных жировых резервов более надежно свидетельствуют об успешности нагула. Такая информация о составе и наполнении желудков имеется за весь длительный период исследований минтая, начиная с 1980-х гг. Значительная их часть опубликована, поэтому в табл. 2–7* приведем только некоторые данные за последние три года, когда особенно настойчиво (почти как заклинание) стали звучать выводы о дефиците в анадырско-наваринских водах пищи и изменениях в связи с этим сроков нагульных миграций минтая.

Таблица 2

Состав и плотность концентраций (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали северной части Берингова моря 20.08–09.09.2013 г.

Table 2

Composition and concentration (mg/m^3) of zooplankton in the epipelagic layer in the northern Bering Sea on August 20 — September 9, 2013

Состав зоопланктона	Биостатистические районы северо-западной части моря			Сопредельные воды США
	3	4	5	
Мелкая фракция	56,9	54,8	52,4	33,6
Средняя фракция	79,8	28,7	81,5	50,1
Макропланктон	806,3	1420,7	385,2	1158,8
Сагитты	224,1	132,3	166,1	334,6
Макропланктон без сагитт	582,2	1288,4	219,1	824,2

Из данных табл. 2 и 3 видно, что действительно в некоторых участках анадырско-наваринского района концентрации макропланктона могут быть ниже, чем в смежных с востока водах США, в том числе без сагитт. Но и в подобных случаях они не опускались ниже среднего уровня. Одновременно в других участках биомассы находились на уровне американских и даже превышали их.

О достаточности для нагула приведенных концентраций свидетельствуют состав рационов и интенсивность питания (табл. 5–7). В целом основу питания минтая со-

* Эти таблицы составлены с использованием информации разделов экспедиционных отчетов, подготовленных сотрудниками лаборатории гидробиологии ТИНРО-центра.

Таблица 3

Состав и плотность концентраций (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали северной части Берингова моря в сентябре 2014 г.

Table 3

Composition and concentration (mg/m^3) of zooplankton in the epipelagic layer in the northern Bering Sea in September 2014

Состав зоопланктона	Биостатистические районы северо-западной части моря			Сопредельные воды США
	3	4	5	
Мелкая фракция	71,3	74,2	42,9	43,5
Средняя фракция	94,8	81,3	32,7	33,5
Макропланктон	736,5	685,6	1030,5	1275,8
Сагитты	362,7	181,0	274,0	530,0
Макропланктон без сагитт	373,8	504,6	756,5	745,8

Таблица 4

Состав и плотность концентраций (мг/м^3) зоопланктона в эпипелагиали северной части Берингова моря 22.06–08.08.2015 г.

Table 4

Composition and concentration (mg/m^3) of zooplankton in the epipelagic layer in the northern Bering Sea on June 22 — August 8, 2015

Состав зоопланктона	Биостатистические районы северо-западной части моря		
	3	4	5
Мелкая фракция	88,9	106,3	27,7
Средняя фракция	154,5	126,2	56,8
Макропланктон	527,6	757,5	517,0
Сагитты	136,1	323,1	198,8
Макропланктон без сагитт	391,5	434,4	318,2

Таблица 5

Состав рациона и интенсивность питания минтая в северной части Берингова моря 20.08–09.09.2013 г.

Table 5

Diet composition and feeding intensity of pollock in the northern Bering Sea on August 20 — September 9, 2013

Показатель	Размерные группы минтая, см				
	12–20	20–30	30–40	40–50	50–60
Анадырско-наваринский район					
ИНЖ, ‰	121,1	141,8	122,2	66,0	58,1
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	99,1	84,6	67,5	45,5	8,8
Сопредельные воды США					
ИНЖ, ‰	159,7	138,1	121,9	73,1	81,5
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	99,2	87,6	72,7	44,0	25,3

Таблица 6

Состав рациона и интенсивность питания минтая в северной части Берингова моря в сентябре 2014 г.

Table 6

Diet composition and feeding intensity of pollock in the northern Bering Sea in September 2014

Показатель	Размерные группы минтая, см				
	12–20	20–30	30–40	40–50	50–60
Анадырско-наваринский район					
ИНЖ, ‰	145,6	85,0	70,8	93,1	121,8
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	70,7	48,8	26,8	34,4	67,3
Сопредельные воды США					
ИНЖ, ‰	71,6	67,0	71,7	57,2	72,5
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	64,2	48,3	53,5	78,2	88,7

Таблица 7

Состав рациона и интенсивность питания минтая в северной части Берингова моря в июле 2015 г.

Table 7

Diet composition and feeding intensity of pollock in the northern Bering Sea in July 2015

Показатель	Размерные группы минтая, см				
	12–20	20–30	30–40	40–50	50–60
Район 3					
ИНЖ, ‰	86	114	110	185	78
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	100,0	94,6	90,6	73,7	59,1
Район 5					
ИНЖ, ‰	233	342	132	110	154
Доля в рационе копепод и эвфаузиид, %	97,1	89,3	91,0	68,3	32,7

ставляют копеподы и эвфаузииды. Их доля заметно уменьшается при длине более 40 см и особенно больше 50 см. Это уменьшение во многом компенсируется амфиподами, декаподами (креветки и личинки крабов), ойкоплеврами, птероподами и мелкой рыбой (молодь минтая, мойва и др.). Все перечисленные дополнительные объекты являются предпочитаемой пищей как для минтая, так и для других видов нектона (Шунтов и др., 1993; Кузнецова, 2005; Чучукало, 2006; Шунтов, Темных, 2011). Хорошо известно, что при ухудшении пищевой обеспеченности наблюдается расширение рациона за счет доступных нетрадиционных пищевых массовых объектов, при этом с пониженной ценностью. К таким объектам в первую очередь относятся массовые сагитты. В упомянутых выше обобщениях подобные примеры приводятся в отношении не только минтая, но и тихоокеанских лососей. В рассматриваемых в табл. 5–7 ситуациях в 2013–2015 гг. доля сагитт в рационе минтая не превышала 1–2 % (в единственном случае достигала 4 %). Что касается данных о наполнении желудков, характеризующих интенсивность питания в нагульный период, то в 2013–2015 гг. она находилась на уровне, который отмечался с начала комплексных работ, т.е. начиная с 1980-х гг. (Шунтов и др., 1993; Кузнецова, 2005; Чучукало, 2006). При этом как ранее, так и в эти годы ИНЖ летом был примерно в 1,5 раза выше, чем осенью (в 2013 и 2015 гг. — лето, в 2014 г. — начало осени). Наиболее интересным при сравнении этих лет является сопоставление интенсивности питания в российских и американских водах в сентябре 2014 г. Именно в этом году с особым драматизмом обсуждался ранний уход минтая из российских вод по причине дефицита пищи. В среднем концентрации зоопланктона в это время были несколько выше в американских водах (см. табл. 3). А интенсивность питания минтая оказалась в 2–3 раза ниже, чем в российских водах. Следовательно, напрашивается закономерный вывод о том, что традиционные миграции на восток начались в связи с завершением нагула, т.е. после накопления жировых резервов, а не в связи с недостатком пищи. Можно добавить, что в такой ситуации рассуждения об истощении (выедании) кормовой базы являются большой нелепицей, если учесть, что концентрации макропланктона в российских водах в это время составляют сотни миллиграммов на кубический метр и более. В то же время хорошо известно, что значительным пищевым резервом в осенний период для минтая становится мелкий нектон, в том числе собственная молодь. Эта тема многократно озвучивалась в печати, в том числе в цитированных выше сводках.

Нельзя, однако, не заметить, что интенсивность питания не является абсолютно точным количественным показателем успешности нагула минтая. Для этого нужны оценки накопленного жира. У минтая показателем упитанности является масса депозитного жира, который в основном накапливается в печени. В 1980 — начале 1990-х гг. в экспедициях ТИНРО был выполнен большой цикл исследований, в которых изучалась связь гепатосоматического (печеночного) индекса с массой гонад и стадиями их развития, а также условиями питания на разных этапах годичного цикла (Шунтов и др., 1993; Швыдкий, 1994а, б; Швыдкий и др., 1994). Было показано, что наиболее точным показателем упитанности минтая является масса депозитного жира в печени. К сожалению, уже

давно подобные оценки отсутствуют в программах мониторинга состояния ресурсов минтая Берингова моря. В этом смысле предпочтение отдается версиям без конкретных обоснований*.

Для подвижных рыб, к которым относится и минтай, большое значение имеет то, что межгодовые различия в концентрациях и запасах планктона в нагульном районе в целом менее значительны, чем в его отдельных участках. Как видно из данных табл. 8, общий запас зоопланктона в течение длительного времени в Анадырском заливе и наваринских водах по периодам лет почти не изменялся, хотя в 1980-е гг. был несколько выше. Почти аналогичная картина наблюдалась и по запасам макропланктона, количество которого действительно несколько уменьшилось. Очевидно, что масштабы этого снижения не свидетельствуют о существенном ухудшении кормовой базы рыб.

Таблица 8

Запас планктона в эпипелагиали Анадырского залива и наваринского района в летне-осенний сезон в разные периоды лет (биостатистические районы 1–5), млн т

Table 8

Zooplankton stock in the epipelagic layer of the Anadyr Bay and the area at Cape Navarin (biostatistical areas 1–5) in summer-autumn of different years, 10^6 t

Состав зоопланктона	1986–1990	1991–2000	2001–2006	2007–2014	1986–2014
Мелкая фракция	2,1	0,8	1,4	1,6	1,3
Средняя фракция	3,9	2,0	2,7	2,0	2,6
Крупная фракция (макропланктон)	16,0	16,0	13,9	13,5	14,6
Весь зоопланктон	22,0	18,8	18,0	18,1	18,5

Примечание. Расчеты выполнены А.Ф. Волковым.

Менее стабильная картина наблюдается в восточной части Берингова моря. Наглядно это показано на примере двух периодов — теплого 2003–2006 гг. и холодного 2007–2012 гг. Исследования в это время проводились по международной лососевой программе BASIS (Волков, 2012а, б; Кузнецова, 2015а, б). В теплые 2003–2006 гг. общие биомассы зоопланктона в разных районах юго-восточной части Берингова моря находились на среднем уровне — 570–792 мг/м^3 — при относительно низкой биомассе макропланктона — 224–303 мг/м^3. В холодные 2007–2012 гг. значительно увеличилась и общая биомасса — 1008–1750 мг/м^3 — и количество макропланктона — 565–1495 мг/м^3. Такие различия не могли не сказаться на составе рационов нектона. В период низких биомасс планктона в питании лососей, минтая, сельди и других рыб особенно увеличилась роль личинок и сеголеток рыб (в том числе минтая), личинок и молоди декапод, ойкоплевр, сагитт, а также мелкого зоопланктона. В период высоких биомасс макропланктона он (эвфаузииды, копеподы, амфиподы, даже сагитты) стал преобладающим компонентом питания нектона. Однако заметное (хотя и подчиненное) место в рационе сохранили рыбы и декаподы. При этом в оба периода сохранялась довольно высокая интенсивность питания (Кузнецова, 2015а, б).

Таким образом, в разные по продуктивности периоды сохраняется солидный «запас прочности» в кормовой базе нектона. А при переполнении нектоном в отдельные годы и периоды восточных районов моря часть его перераспределяется на нагул не только в северо-западную часть моря, но и в его глубоководные котловины, в том числе в Командорскую и западную часть Алеутской. Такие миграции хорошо известны у минтая, тихоокеанских лососей и сельди.

* В связи с этим не могу не упомянуть еще об одном примере исследовательской инертности при изучении минтая Берингова моря. Имею в виду многолетние споры о происхождении скоплений минтая в северо-западной части этого моря, в том числе о соотношении местных и пришедших на нагул рыб. Не очень трудно было в наваринском районе пометить несколько тысяч особей, при этом возврат их части был гарантирован. Ведь масштабный промысел минтая ведется и в западной, и в восточной частях моря.

О причинах, определяющих урожайность поколений минтая. В публикациях М.А. Степаненко и Е.В. Грицай (2013, наст. том) неоднократно повторялся тезис о влиянии многих фоновых и биотических факторов, определяющих смертность (выживаемость) минтая на разных стадиях онтогенеза. Одновременно с этим акцент делается на абсолютное значение отдельных факторов. Ход рассуждений М.А. Степаненко и Е.В. Грицай на этот счет в последней статье выглядит следующим образом: «… появление высокочисленных или относительно высокочисленных поколений минтая в Беринговом море, как следствие благоприятных условий воспроизводства и выживания на ранних стадиях онтогенеза, ассоциируется не с продолжительными периодами теплых или холодных климато-океанологических условий, а с короткими периодами перехода от одного термического режима к другому, что для региона Берингова моря является регулярным явлением» (наст. том, с. 26). Далее: «Причины хорошей выживаемости поколений минтая в такие периоды пока точно неизвестны … Поскольку рацион питания минтая на первом году жизни в зимний период очень ограничен …, то именно обеспеченность пищей в этот период может быть ключевым фактором, определяющим выживаемость поколения» (наст. том, с. 27–28). Цитируемые авторы правы в том, что по количеству выметанной икры, количеству личинок и сеголеток нельзя судить об урожайности поколений. Однако по количеству молоди от года и старше уровень их численности в целом предсказуема. Что касается основной идеи о причинах разной урожайности, то, как и в сценарии с условиями нагула, здесь все сведено к дефициту пищи (невольно приходят мысли о трудной судьбе минтая, но в то же время вспоминается, что он при этом смог стать одной из самых массовых рыб в Мировом океане).

Подчеркну: голодающего и погибающего из-за дефицита пищи минтая пока никто не наблюдал — как летом, так и зимой. Связывать же смертность в основном с пищевым фактором (запасом планктона) вообще некорректно. Достаточно хотя бы вспомнить, что минтай потребляет большое количество рыб и других гидробионтов. Хорошо известен у минтая и массовый каннибализм. Так, по моим оценкам в 1980-е гг. (Шунтов и др., 1993), когда минтай в Беринговом море имел рекордную численность, ежегодные потери от хищников составляли около 6,9 млн т, из которых на каннибализм пришлось 0,9 млн т.

Предположения же цитируемых авторов об увеличении выживаемости потомства минтая на рубеже периодов с разными температурными режимами являются интерпретацией распространившихся в текущем столетии при изучении влияния циклических колебаний климата на динамику популяций и сообществ (особенно среди североамериканских, японских и южнокорейских специалистов) представлений о так называемых режимных климатических сдвигах, особенно декадных. Они рассматриваются как границы между климато-гидрологическими эпохами, различающимися комплексом условий (температурный режим, атмосферные переносы, циркуляции вод, гидробиологический фон). При этом именно сами режимные сдвиги рассматриваются в качестве причины (фактора) изменений в биологических системах (Beamish, Rothschild, 2009; Rothschild, Beamish, 2009). Но режимные сдвиги (а у М.А. Степаненко и Е.В Грицай это короткие отрезки времени от одного температурного режима к другому) — это сравнительно короткие промежутки времени, в течение которых могут происходить лишь эпизодические события. Изменения же тенденций в динамике биологических явлений имеют больше шансов утвердиться во время более продолжительного очередного (нового) периода с другими условиями, наступившего после режимного сдвига. Именно поэтому волны численности флюктуирующих гидробионтов в той или иной степени могут вписываться в климато-океанологические циклы, но не соответствуют отклонениям в среде в отдельные годы. Именно это, противореча себе, подтверждают М.А. Степаненко и Е.В. Грицай (наст. том, Беринговоморская минтаевая путина — 2014*), сообщая, что к 2015 г. биомасса минтая в Беринговом море превысила средний уровень и достигла 10–11 млн т. И что это произошло в результате появления в 2008

* Беринговоморская минтаевая путина … (2014).

и 2012 гг. урожайных поколений, а в 2006, 2009, 2010, 2011 и 2013 гг. — поколений средней урожайности.

М.А. Степаненко и Е.В. Грицай, анализируя гипотезы североамериканских ученых о причинах динамики численности минтая, отмечают, что их недостатком является то, что они не учитывают обеспеченность пищей его сеголеток в зимний период, а также многих элементов экосистемных связей. Так и есть, но нельзя не заметить, что некоторые аспекты формирования урожайности поколений и волн численности минтая американские специалисты трактуют более взвешенно, чем российские. Это, в частности, касается и моделей популяций рассматриваемого вида. В американских моделях, например, большое значение (на мой взгляд, правильно) придается потерям минтая от хищников. Вообще потери от хищников включают не только раннюю, но и позднюю молодь, а также рыб среднего и даже крупного размеров. Большие потери от хищников, а также промысел, несомненно, сокращают численность поколений и период их пребывания в промысловом стаде. Однако урожайность поколений закладывается на ранних этапах. Кроме того, как известно, критическим моментом является переход личинок на активное питание. Именно понимание значения одновременного воздействия на численность контроля снизу (развитие кормовой базы и условия питания) и сверху (потери от хищников) привело к необходимости создания моделей, в которых учитывается комплексное влияние этих факторов на фоне смены климатических режимов.

Как непременный элемент хищники (выедание ими минтая) вместе с промыслом и климатом присутствуют, например, в модели динамики популяции минтая в зал. Аляска. Конкретно она включает 12 видов хищников (американский стрелозубый палтус, треска, крупный минтай и др.). Но при этом делается вывод, что ни один из факторов не является ведущим в определении тенденций изменения численности (Van Kirk et al., 2010; Gaichas et al., 2011).

Хищникам придается большое значение и в модели пелагического сообщества восточной части Берингова моря, где обитает самая крупная популяция минтая. В начале 2000-х гг. была растиражирована (Hunt et al., 2002, 2010; Hunt, Drinkwater, 2005) гипотетическая схема перестроек в пелагической экосистеме восточной части Берингова моря (рис. 3). В эту схему изначально вводилось время весеннего цветения в связи со сроками отступления льдов, которое различается в теплые и холодные годы. Принимается, что время весеннего цветения детерминировано комбинацией даты отступления льда, стабилизацией водного столба солнечным прогревом и наличием штормов. При раннем цветении его пик приходится на холодную воду и расходится по времени с размножением зоопланктона, а недоиспользованная первичная продукция уходит в донные сообщества (детритная цепь). При позднем цветении в разгар весны, т.е. в теплой воде, первичная продукция используется зоопланктоном в пелагиали. На этой базе предполагался следующий конвейерный ход событий в пелагическом сообществе: 1 — при холодном режиме из-за пониженной первичной и вторичной продукции, а следовательно, плохой обеспеченности пищей личинок минтая, наблюдается пониженный уровень урожайности его поколений — это типичный контроль воспроизводства снизу; 2 — в начале развития теплого режима при увеличении первичной и вторичной продукции при низкой численности производителей минтая появляется урожайное поколение — т.е. на этом этапе также преобладает контроль численности снизу; 3 — в разгар теплого режима численно возросшие производители минтая, а также другие хищные рыбы, в течение первого года выедают многочисленную молодь, в результате чего снова появляется неурожайное поколение — это типичный контроль численности сверху; 4 — начало очередного холодного режима, когда снижается воспроизводство, но ещё при высокой численности производителей минтая и хищников (слабая кормовая база и выедание молоди) — т.е. в данном случае синхронно работают контроль сверху и снизу.

Описанные перестройки в пелагическом сообществе представляются логичными, временами они в какой-то степени могут быть выражены. Но вряд ли можно полагать, что стандартная значимость их в функционировании сообществ должна повторяться

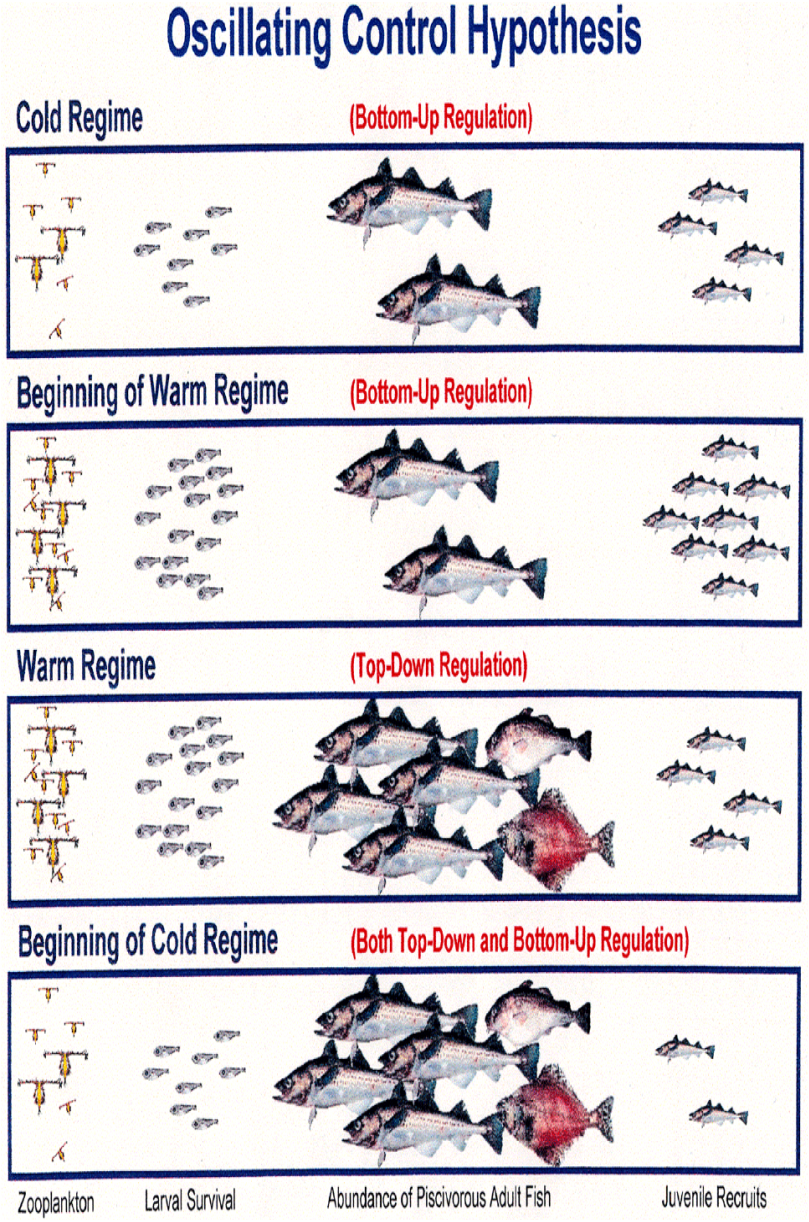

Рис. 3. Гипотетическая схема перестроек в пелагической экосистеме восточной части Берингова моря в связи со сменой гидрологического режима (Hunt et al., 2002)

Fig. 3. Hypothetical scheme of the pelagic ecosystem reconstructions in the eastern Bering Sea caused by changes of oceanographic regime (from: Hunt et al., 2002)

и в другие периоды, учитывая многофакторные связи популяций и тем более биоты в целом. Действительно, вскоре после опубликования рассмотренной гипотезы осцилляционного контроля реальные события первого десятилетия 2000-х гг. пошли по заметно другому сценарию. 2003–2006 гг. в восточной части Берингова моря оказались теплыми, но количество зоопланктона (эвфаузииды, копеподы) уменьшилось. Личинки и мальки минтая переключились на мелкий зоопланктон, а молодь минтая стала доминировать в питании крупных хищников. С похолоданием в 2006–2009 гг. количество макропланктона увеличилось, ранняя молодь минтая переключилась на его потребление, при этом исчезла из питания крупного минтая и лососей. Эта смена потоков энергии сопровождалась уменьшением запасов минтая, явившимся следствием его неурожайных поколений в теплые 2001–2005 гг. (Coyle et al., 2011; Hunt et al., 2011).

К изложенному выше следует добавить, что при весенней вспышке фитопланктона производится только часть первичной продукции, поэтому не следует абсолютизировать значение ледового покрытия и ледовой кромки.

Поскольку трудно увязать изменения численности популяций и урожайности поколений с отдельными факторами, помимо современных акцентов на режимные сдвиги, в качестве характеристики климата давно используются различные индексы, рассматривающиеся как показатели развития атмосферных центров, атмосферных переносов, аномалии температуры, циркуляции вод и т.д. (например, тихоокеанское декадное колебание — PDO, индекс развития алеутской зоны низкого атмосферного давления — алеутский минимум ALPT и др.). Давно стали привычными ретроспективные сравнительные оценки тенденций многолетнего хода климатических и гидрологических индексов, с одной стороны, и биологических показателей — с другой, при этом в случае их однонаправленности или альтернативности рассматривается прямая зависимость вторых от первых. При таком подходе целью исследований по динамике численности рыб становится поиск совпадений. На этом основании делаются попытки и долгосрочного прогнозирования изменения запасов промысловых гидробионтов, в том числе их волн численности. Наиболее популярно в этом смысле при исследованиях в субарктической Пацифике использование алеутского минимума, который действительно является одним из главных климатообразующих показателей в северной части Тихого океана (Кляшторин, Любушин, 2005). Но значение алеутского минимума в объяснениях динамики численности минтая в данном случае абсолютизировано. А Л.М. Зверькова (2013) синхронную с минтаем зависимость от алеутского индекса «назначила» и для дальневосточной сардины (рост численности при усилении алеутского максимума). Невероятно, но, кроме того, сардину иваси она рассматривает в качестве «вполне надежного индикатора крупномасштабных изменений климата и экосистем в северной части Тихого океана», а далее добавляет: «… значительные колебания численности тихоокеанской сардины, являющейся, по сути, мощным биологическим индикатором процессов, происходящих в океане, вполне согласованно отражают крупномасштабные перестройки климата и структуры сообществ в Северной Пацифике» (Зверькова, 2013, с. 81).

После опубликования популярной и очень полезной монографии Л.Б. Кляшторина и А.А. Любушина (2005) прошло не очень много лет, тем не менее время уже проверило надежность предсказаний дальнейшего развития событий по фоновым и биологическим параметрам прошедших циклов. По крайней мере по минтаю, сардине и тихоокеанским лососям они не оправдались (Шунтов, 2016). Такой итог был вполне предсказуем, во-первых, из-за нереальности полного повторения сценариев из-за сложной организации и функционирования природных систем, а во-вторых, все типы циклов не являются строгими периодами, их продолжительность может заметно различаться.

Графики рис. 4 как будто свидетельствуют, что динамика численности минтая соответствует 60-летнему климатическому циклу. Но в 1940–1950-е гг. минтай также был очень многочисленным, по крайней мере в азиатских водах, а низкие уловы, особенно у северных стад, в то время стали результатом малой практической востребованности этой рыбы (Шунтов и др., 1993). После обилия минтая в 1980-е гг. в Охотском море его численность и уловы дважды достигали такого же уровня — в начале 1990-х гг. и во второй половине первого десятилетия 21-го века. В 2000-е гг. численность минтая увеличивалась до уровня 1980-х гг. в водах южных Курильских островов.

Важно заметить, что, обитая в субарктических водах («под одним Солнцем», в зоне влияния алеутского минимума и тихоокеанской декадной осцилляции), разные популяции минтая редко реагируют синхронно на изменения в среде. В последние 30–40 лет минтая было много на всем протяжении ареала от зал. Аляска до вод Корейского полуострова только в 1980-е гг. Таким образом, поиск закономерностей динамики численности по суммарным уловам во всем ареале, как это показано на рис. 4, некорректен. На численность конкретных популяций кроме глобальных факторов накладывают свой отпечаток, иногда решающий, провинциальные условия.

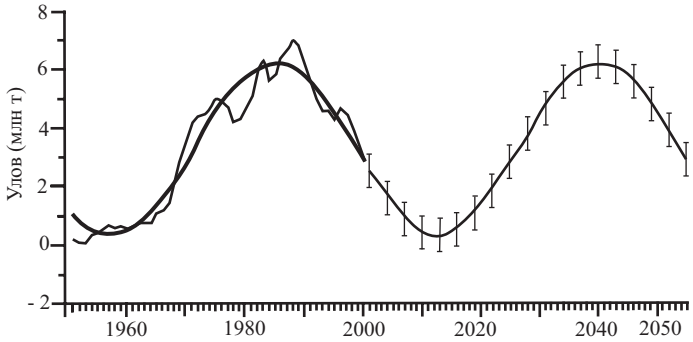

Рис. 4. Вероятные изменения уловов минтая *Theragra chalcogramma* на перспективу 50 лет. *Тонкая линия* — уловы; *толстая линия* — прогностический тренд. *Вертикальными штрихами* обозначено среднеквадратическое отклонение статистических флюктуаций от прогностической кривой (Кляшторин, Любушин, 2005)

Fig. 4. Prospects of pollock landings for next 50 years. *Thin line* — annual catches; *thick line* — trend for forecasted values; *vertical bars* — standard deviation of forecasted values (from: Кляшторин, Любушин, 2005)

По поводу же заключения Л.М. Зверьковой (2013) об аналогичной и синхронной зависимости динамики численности минтая и сардины иваси от алеутского индекса (рост при его усилении) необходимы дополнительные комментарии. Минтай размножается в субарктических водах, а сардина — в субтропических. Волны численности у обоих видов закладываются на ранних этапах жизни. Напрямую развитие алеутского минимума отражается на климато-гидрологических условиях именно субарктической зоны. Основные же нерестилища сардины находятся в зоне действия субтропического течения Куросио, истоки которого находятся в тропиках, где и формируются его гидрологические характеристики.

Возникает также вопрос: если сардина «надежный» и мощный индикатор условий обитания, структуры сообществ и состояния экосистем Северной Пацифики, то какова роль многих других гидробионтов этого огромного региона, в том числе в его частях, где сардина не только не размножается, но и вообще не встречается? В постулате о «надежном» индикаторе состояния экосистем Северной Пацифики напрашивается мысль, что при отсутствии сардины экосистемы находятся не в лучшем виде. Но сардиновые волны на многолетней временной шкале — это только эпизоды.

Подобные надуманные постулаты, упрощающие суть природных явлений, в том числе в работах по минтаю, не единичны. Здесь упомяну в связи с этим недавнюю большую статью О.А. Булатова (2014), в которой он, повторив цитируемые в литературе выводы о влиянии на численность минтая плотностного фактора, температуры воды (даже солености), обеспеченности пищей, ледовитости, декадного тихоокеанского атмосферного индекса и других причин, задает вопрос о причинах динамики запасов: «Возможна ли турбуленция?». Этот экзотический вопрос при любом на него ответе не приближает к пониманию явления. Упомянутый автор при этом имел в виду, что в северобореальных районах при потеплении количество минтая увеличивается, а при похолодании — уменьшается. Противоположная ситуация наблюдается в южнобореальных районах. Временами действительно так бывает, но далеко не всегда. Не вписывается в эту схему, например, минтай карагинского и богословского северобореальных районов, а корейские и японские рыбаки издавна считали минтая в своих водах «верной рыбой», а сардину — «неверной». Вызывает возражение и практическое резюме О.А. Булатова: в первой группе районов не нужен предосторожный подход к регулированию промысла, а в районах с неустойчивыми запасами нужен. Если признать право на существование предосторожного подхода, то на эффективность его применения в случае неустойчивых запасов (следовательно, зависящих не от промыслового пресса, а от других причин) рассчитывать не приходится.

Возвращаясь к климато-океанологическим эпохам и режимным сдвигам, по индексам которых упрощенно формируются причинные связи в динамике численности рыб, следует подчеркнуть, что эти индексы, несомненно, являются индикаторами изменений в атмосфере и гидросфере, но они не отражают всю сложность сути климато-

океанологической динамики, да ещё с учетом региональных особенностей. Поэтому в каждую наступившую эпоху создаются только предпосылки для развития тенденций в том или ином направлении в развитии биологических систем, а также в динамике численности гидробионтов.

Этот вывод не является новым. В изданной более 20 лет назад коллективной монографии «Минтай в экосистемах дальневосточных морей» (Шунтов и др., 1993) утверждалось: «…. многолетнюю динамику в численности любого вида, и тем более находящегося под значительным промысловым прессом, невозможно связать с каким-то одним даже мощным фактором. Необходимо знание динамики общей экологической ситуации, в том числе состояния климато-океанологического и биоценологического фона, и, конечно, структуры и состояния изучаемых популяций. Поэтому попытки объяснить изменения в воспроизводстве и запасах рыб как результат действия простых связей типа «численность — промысел», «численность — температура воды», «родители — потомство» и т.д. выглядят убедительно лишь в некоторых случаях или коротких отрезках времени… Общий фон, на котором разворачиваются события, связанные с воспроизводством и функционированием популяций, определяют климато-океанологические эпохи, через которые, по-видимому, могут опосредоваться и космогеофизические воздействия. В пределах любой эпохи (к примеру, теплой или холодной) в конкретных районах и в конкретные годы могут появляться как урожайные, так и неурожайные поколения, что обусловливается формированием специфических океанологических и гидробиологических условий, что в свою очередь бывает связано с температурными аномалиями, особенностями циркуляции вод, структурой и распределением океанологических полей, отклонениями в фенологических явлениях и т.д. Далее свои коррективы, зачастую решающие, вносят биоценологические факторы, которые реализуются через внутривидовую и межвидовую конкуренцию на разных стадиях онтогенеза за пищу, а также пресс хищников (у минтая в том числе каннибализм). Одновременно как с абиотическими, так и с биотическими факторами работают и так называемые популяционные факторы. Их действие носит авторегуляционный характер и осуществляется через перестройку в структуре популяций. Наконец, значительный отпечаток на ход численности и состояние используемых промыслом популяций рыб накладывает именно промысел с его прямым и косвенным влиянием. Таким образом, можно сказать, что динамика численности промысловых объектов является итогом комплексного действия различных факторов — космо-климато-океанологических, биоценологических и антропогенных, а также многолетних перестроек в популяциях, носящих авторегуляционный характер (с. 344–345)… Итак, в результате обзора различных внешних и внутренних причин динамики численности минтая мы приходим в принципе не к новому выводу о том, что эффективность его воспроизводства и формирование урожайности поколений являются итогом комплексного действия различных причин, включающих космофизические, климато-океанологические, биоценологические и популяционные факторы. Все эти факторы, накладываясь друг на друга, могут действовать в разных сочетаниях. Каждая группа их на определенных этапах может усилить или в определенной степени нивелировать действия других. Из-за трудности учета суммарного действия всех факторов конкретный ход численности популяций в целом непредсказуем, поэтому при отсутствии данных прямых учетов, как правило, представляется возможным говорить лишь о тенденциях в динамике численности и состоянии популяций» (с. 367–368).

От изложенного выше и через более чем 20 лет вряд ли можно отказаться. Не случайно, что в практике изучения динамики численности минтая пока не было оправдавшихся прогнозов, основанных на теоретических расчетах. Удачное предвидение событий на 2–3 года пока бывает в тех случаях, когда имеются тотальные оценки численности и биомассы пополнения и производителей. Существующий уровень понимания процессов и предсказания предстоящих событий на базе упрощенных подходов, когда формально сравниваются ретроспективные ряды промысловой статистики (реже данные прямых учетов) с циклами различных индексов, к сожалению, сохранится в

предвидимом будущем. При изучении сложных систем и явлений, в том числе биологических, в настоящее время по разным причинам остается популярным старое правило «бритвы Оккамы», согласно которому то, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего. Поэтому зачастую исследования заключаются в поиске различных совпадений в ходе разных прошедших событий, особенно если это касается природных циклов, в том числе волн численности рыб.

Список литературы

Булатов О.А. Промысел и запасы минтая *Theragra chalcogramma*: возможна ли «турбуленция»? // Вопр. рыб-ва. — 2014. — Т. 15, № 4. — С. 350–390.

Булатов О.А. Современное состояние запасов морских рыб экономической зоны России и перспективы промысла // Актуальные вопросы рационального использования биологических ресурсов. — М. : ВНИРО, 2013. — С. 143–162.

Булатов О.А., Котенев Б.Н. Промысел и динамика запасов минтая Охотского моря: прошлое, настоящее, будущее // Рыб. хоз-во. — 2010. — № 6. — С. 53–55.

Булатов О.А., Моисеенко Г.С. Оценка запасов и определения ОДУ охотоморского минтая по данным ГИС-метода // Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9, № 4. — С. 926–935.

Волков А.Ф. Интегральные значения биомассы и запаса зоопланктона в эпипелагиали 71 района севера Тихого океана, включая Берингово и Охотское моря, и схемы распределения массовых видов // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 180. — С. 140–160.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 1. Восточные районы // Изв. ТИНРО. — 2012а. — Т. 169. — С. 45–66.

Волков А.Ф. Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «NPAFC» (экспедиция BASIS). Часть 2. Западные районы // Изв. ТИНРО. — 2012б. — Т. 170. — С. 151—171.

Дулепова Е.П. Динамика продукционных показателей зоопланктона как основы кормовой базы нектона в западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 236–249.

Зверькова Л.М. Динамика запасов минтая // Вопр. рыб-ва. — 2013. — Т. 14, № 1. — С. 79–93.

Зверькова Л.М. К вопросу оценки запаса североохотоморского минтая // Вопр. рыб-ва. — 2015. — Т. 16, № 4. — С. 419–427.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.

Кузнецов В.В., Котенев Б.Н., Кузнецова Е.Н. Проблемы оценки численности и допустимого изъятия северотихоокеанского минтая *Theragra chalcogramma* // Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9, № 2. — С. 276–293.

Кузнецов В.В., Кузнецова Е.Н. Минтай северной части Охотского моря : зигзаги регулирования // Рыб. хоз-во. — 2010. — № 2. — С. 47–49.

Кузнецова Н.А. Особенности питания тихоокеанских лососей в восточной части Берингова моря в 2003–2012 гг. // Изв. ТИНРО. — 2015а. — Т. 181. — С. 116–128.

Кузнецова Н.А. Питание и обеспеченность пищей молоди рыб в восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2015б. — Т. 181. — С. 129–140.

Кузнецова Н.А. Питание и пищевые отношения нектона в эпипелагиали северной части Охотского моря : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 236 с.

Промысловые рыбы России : моногр. / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенёва. — М. : ВНИРО, 2006. — Т. 1. — 656 с.

Степаненко М.А., Грицай Е.В. Состояние ресурсов, пространственная дифференциация и воспроизводство минтая в северной и восточной частях Берингова моря // Наст. том.

Степаненко М.А., Грицай Е.В. Состояние ресурсов, условия обитания и промысел минтая в восточной и северо-западной частях Берингова моря в начале 2010-х годов // Вопр. рыб-ва. — 2013. — Т. 14, № 2(54). — С. 219–241.

Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 366 с.

Хен Г.В. Межгодовые изменения температуры воды в юго-восточной части Берингова моря и ее роль в колебании урожайности восточноберинговоморского минтая // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток : ТИНРО, 1987. — С. 209–220.

Хен Г.В. Об аномальном потеплении Берингова и Охотского морей в восьмидесятые годы // Мониторинг условий среды в районах морского рыбного промысла. — М. : ВНИРО, 1991. — С. 65–73.

Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 484 с.

Швыдкий Г.В. Динамика показателей печени минтая // Рыб. хоз-во. — 1994а. — № 2. — С. 47–48.

Швыдкий Г.В. Экспресс-методика определения упитанности минтая *Theragra chalcogramma* // Вопр. ихтиол. — 1994б. — Т. 31, № 1. — С. 133–134.

Швыдкий Г.В., Вдовин А.Н., Горбатенко К.М. Динамика упитанности минтая в дальневосточных морях // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 116. — С. 178–192.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Т. 2 : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016 (в печати).

Шунтов В.П. Миграции и распределение морских птиц в юго-восточной части Берингова моря в весенне-летний период // Зоол. журн. — 1961. — Т. 40, вып. 7. — С. 1058–1069.

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дулепова Е.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1993. — 426 с.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Глава 2. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в экономической зоне дальневосточных морей России // Динамика экосистем и современные проблемы сохранения биоресурсного потенциала морей России. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — С. 75–176.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008а. — Т. 1. — 481 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Многолетняя динамика биоты макроэкосистем Берингова моря и факторы, ее обусловливающие. Сообщение 2. Современный статус пелагических и донных сообществ Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2008б. — Т. 155. — С. 33–65.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

Beamish R.J., Rothschild B.J. (eds.) The future of fisheries science in North America : Fish & Fisheries. — Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. — Ser. 31. — 736 p.

Coyle K.O., Eisner L.B., Mueter F.J., Pinchuk A.I. Climate change in the southeastern Bering Sea : Impacts on Pollock stocks and implications for the oscillating control hypothesis // Fish. Oceanogr. — 2011. — Vol. 20, № 2. — P. 139–156.

Gaichas S.K., Aydin K.Y., Francis R.C. What drives dynamics in the Gulf of Alaska? Integrating hypotheses of species, fishing, and climate relationships using ecosystem modeling // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2011. — Vol. 68. — P. 1553–1578.

Gould P.J., Forsell D.J., Lensik C.J. Pelagic distribution and abundance of seabirds in the Gulf of Alaska and eastern Bering Sea. — U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildl. Serv., Biological Services Program, OBS 82/48, 1982. — 294 p.

Hunt G.L., Coyle K.O., Eisner L.B. et al. Climate impacts on eastern Bering Sea foodwebs: a synthesis of new data and an assessment of the Oscillating Control Hypothesis // ICES J. of Mar. Sci. — 2011. — Vol. 68, № 6. — P. 1230–1243.

Hunt G.L., Coyle K.O., Eisner LB. et al. The oscillating control hypothesis: Reassessment in view of new information from the eastern Bering Sea : Intern. Symp.: Climate Change Effects on Fish and Fisheries: Forecasting Impacts, Assessing Ecosystem Responses, and Evaluating Management Strategies. — 2010. — 53 p.

Hunt G.L., Stabeno Jr.P.J., Waltur G.E. et al. Climate change and control of the southeastern Bering Sea pelagic ecosystem // Deep-Sea Res. II Top. Stud. Oceanogr. — 2002. — Vol. 49(26). — P. 5821–5853.

Hunt G.L.Jr., Drinkwater K.F. Background on the climatology, physical oceanography and exosystems of the sub-Arctic Seas : Appendix to the ESSAS Sci. Plan. GLOBEC Rep. — 2005. — № 20. — 96 p.

Rothschild B.J., Beamish R.J. On the future of fisheries science // The future of fisheries science in North America : Fish & Fisheries. — Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. — Ser. 31. — P. 1–11.

Schneider D.C., Harrison N.M., Hunt G.L.Jr. Variation in the Occurrence of Marine Birds at Fronts in the Bering Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Sci. — 1987. — Vol. 25. — P. 135–141.

Van Kirk K.F., Quinn II T.J., Collie J.S. A multispecies age-structured assessment model for the gulf of Alaska // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2010. — Vol. 67. — P. 1135–1148.

Поступила в редакцию 17.03.16 г.