

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 639.2.053.7

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЗАПАСА СЕВЕРООХОТОМОРСКОГО МИНТАЯ

© 2015 г. Л. М. Зверькова

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

E-mail: l_zverkova@vniro.ru

Поступила в редакцию 23.09.2015 г.

Проанализированы результаты оценки нерестового запаса минтая в северной части Охотского моря по модельным расчетам и учетным съемкам. В 1995–1997 гг. по модельным расчетам установлен высокий уровень нерестового запаса, тогда как по учетным съемкам отмечено значительное его снижение. Предложен критерий уровней нерестового запаса на многолетней шкале — высокий, средний, низкий — по результатам ежегодного количественного учета развивающейся в море икры. Этот критерий целесообразно использовать в качестве настройки параметров при модельных расчетах.

Ключевые слова: минтай, Охотское море, модельные расчеты, учетные съемки, критерий уровня нерестового запаса.

ВВЕДЕНИЕ

Запас минтая северной части Охотского моря, являющийся одним из двух самых мощных в мире, эксплуатируется более 50 лет. В течение продолжительного времени этот ресурс обеспечивает наибольший вылов и занимает ведущее место в промышленном рыболовстве России. По величине запаса промыслового объекта определяют объем вылова с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивое рыболовство на многие годы. В течение периода исследований минтая при оценке его запасов используются как методы прямого учета, так и различные модели. К методам прямого учета относятся траловая, тралово-акустическая, ихтиопланктонная (по количеству выметанной самками икры) съемки, выполняемые с борта специально оборудованных научно-исследовательских судов. По данным учетных съемок подсчитывают в том числе количество производителей или биомассу нерестового запаса. Все съемки охватывают обширную площадь Охотского моря с востока на запад от берегов Камчатки до берегов Сахалина и с севера на юг — от магаданского побере-

жья до 50° с.ш. Схемы указанных съемок разработаны в ТИНРО-Центре, их несомненным достоинством является то, что они выполняются ежегодно стандартными методами практически в неизменном виде. В теории рыболовства модельные расчеты пользуются безусловным преимуществом, и при наличии хотя бы минимального набора промысловых и биологических данных обычно применяют подходящие математические модели. По минтаю северной части Охотского моря накоплен многолетний ряд наблюдений, и эти данные используются при построении моделей запаса и при прогнозировании уловов. В литературе имеются данные о величине запаса минтая в интересующем нас районе, особенно в его части, прилежащей к западному побережью Камчатки. Ограничимся рассмотрением работ, опубликованных в последнее время (Овсянников и др., 2013; Охотоморский минтай, 2015) и вместе с тем достаточно полно отражающих существующие подходы к определению величины запаса и вылова рассматриваемого объекта промысла. Немаловажно и то обстоятельство, что минтай Охотского моря в вышеуказанных работах учитывается как единый запас

в североохотоморской и западнокамчатской его частях, что согласуется с представлениями автора (Зверькова, 2003) о популяционной организации этой рыбы.

В указанной выше работе (Охотоморский минтай, 2015) при расчетах использована модель, относящаяся к классу когортных, которые применяются для анализа систем запас—промысел, в том числе и в последние годы для минтая северной части Охотского моря. Учетные съемки выполняют в течение длительного времени по стандартным схемам практически на одних и тех же судах, поэтому целесообразно рассмотреть результаты оценки запасов на многолетней шкале и с помощью таких методов. Цель сообщения — рассмотреть, насколько своевременно и адекватно результаты оценки запасов по модельным расчетам или учетным съемкам отражают тенденции изменения биомассы минтая северной части Охотского моря в те периоды, когда это происходит, и предложить способ получения единственной оценки с использованием результатов моделирования и учетной съемки одновременно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вылов минтая в северной части Охотского моря довольно значительно — почти в 5 раз — изменяется по годам (рис. 1): от 400

тыс. до 2 млн т. С 1991 по 1994 гг. в северной части Охотского моря наряду с российским существовал нерегулируемый иностранный промысел, и этим обстоятельством объясняется заметное увеличение вылова минтая с 1991 г. по сравнению с концом 1980-х гг. Однако и после прекращения нерегулируемого промысла в анклав Охотского моря вылов минтая сохранялся на высоком уровне еще с 1995 по 1997 гг. Фадеев и Веспестад (2001), ссылаясь на официальные данные ОАО «Дальрыба», Главрыбвода и другие источники, отмечали, что максимальный вылов в Охотском море наблюдался в 1996 г. и составил 2007 тыс. т.

Динамика вылова минтая практически за весь период его промысла свидетельствует, что наиболее значительных величин он достигал со второй половины 1980-х и до 1996–1997-х гг., т.е. более 10 лет. Существенное снижение вылова произошло в конце 1990-го — первой половине 2000-го гг. После минимальных значений общего допустимого улова (ОДУ) и фактического вылова в 2004 г. наблюдался рост уловов до 2010 г. включительно, когда ОДУ составил более 1 млн т (1010 тыс.). Но после 2010 г. ОДУ был снижен: 821 и 904 тыс. т — в 2014 и 2015 гг. Соответственно динамике ОДУ изменялся и фактический вылов в 2010–2014 гг., что отражено

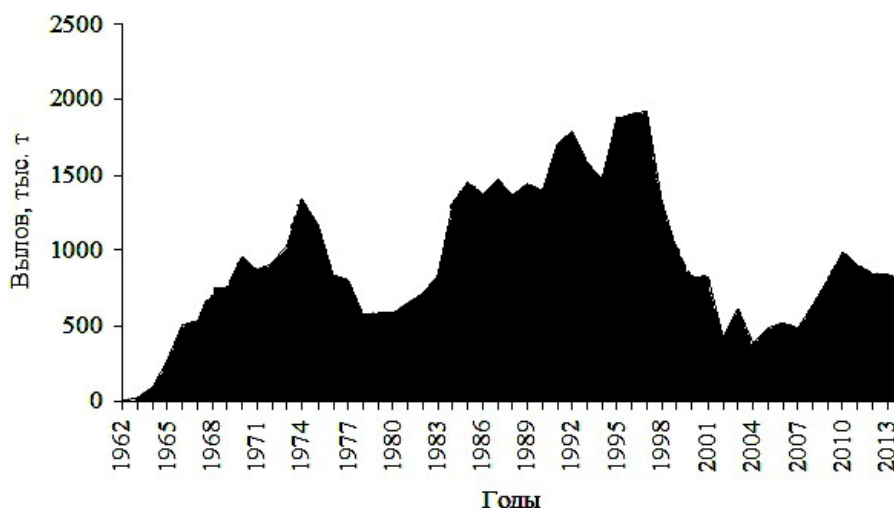


Рис. 1. Динамика вылова минтая в северной части Охотского моря.

на рис. 1. Таким образом, хотя ОДУ минтая и фактические уловы возросли после периода спада в конце 1990-х — начале 2000-х, но по сравнению с 1985—1997 гг. ежегодные уловы сохраняются на существенно более низком уровне. Эта характеристика касается как среднего, так и максимального вылова.

Рассмотрим, как вылов соотносится с имеющимися оценками запаса минтая в течение определенных периодов и отдельно по годам. Динамика нерестового запаса минтая согласно модельным расчетам за период его промысловой эксплуатации показана на рис. 2. По модельным оценкам современный запас минтая для нерестовой части близок к 5,0—5,5 млн т с некоторыми отклонениями от этих величин с 2010 г. Следует отметить, что этот уровень отражает целевой ориентир по нерестовой биомассе, при котором обеспечивается оптимальное воспроизводство запаса. С 1980-х по вторую половину 1990-х гг. нерестовый запас достигал максимальной величины — 8,0—8,5 млн т (рис. 2). С 1999 г. запас минтая, согласно модельным оценкам, был ниже 4 млн т с минимумом в 2001 г. — менее 3 млн т. Максимальный и минимальный уровни запаса охотоморского минтая различаются согласно модельным оценкам в два-три раза, максимальный и средний — менее чем в два раза, минимальный и средний — примерно в два раза. Как видно из результатов моделирования, минтая данного района не свойственны

значительные колебания нерестовой биомассы. Восстановление запаса после минимума в 2001 г. характеризовалось довольно медленным ростом к уровню 2009 г., близкому к целевому ориентиру по нерестовой биомассе, т.е. процесс роста от показанного минимума к оптимальному продолжался в течение 8—9 лет.

Оценка нерестового запаса минтая, рассчитанная по результатам весенних съемок ТИНРО-Центра, т.е. прямого учета, заметно отличается по абсолютным значениям. Так, в 2010 г. максимальный нерестовый запас составил 10,8 млн т, в 2011-м — 9,7 млн т, а в 2009-м, когда по модельным расчетам запас установился около среднего уровня 5 млн т, по учетным съемкам этот же запас оценивался как высокий — более 8 млн т (рис. 3). В этом случае минимум (менее 2 млн т) наблюдали в 2000 г., т.е. на год раньше, чем по модельным расчетам. По учетным съемкам размах колебаний нерестовой биомассы значительно выше: минимальный и максимальный уровни различаются почти в семь раз, минимальный и средний — в три, а максимальный и средний — почти в два раза.

По результатам учетных съемок уровень колебаний нерестовой биомассы минтая следует считать средним. Процесс роста запаса после минимума в 2000 г. занял семь лет и в 2008 г. достиг среднего уровня. Как видно, для последних лет (с 2009 г.) оценки ве-

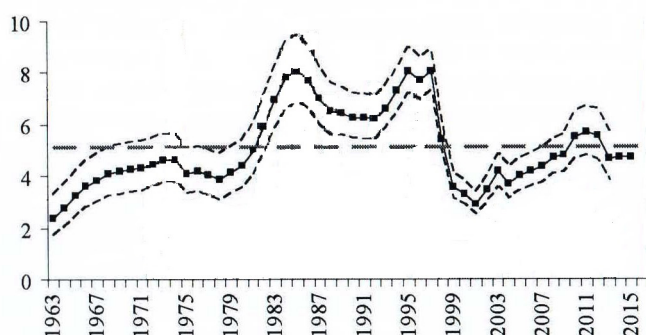


Рис. 2. Динамика нерестового запаса минтая (млн т) в северной части Охотского моря и проценти-ли бутстреп-распределения оценок нерестового запаса (по: Охотоморский минтай, 2015).

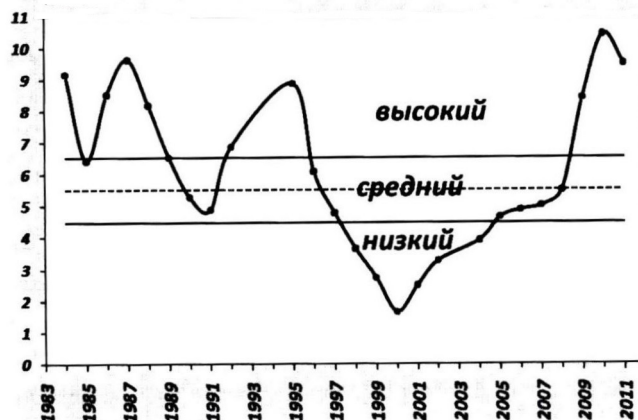


Рис. 3. Динамика нерестового запаса минтая, млн т (по: Овсянников и др., 2013).

личины запаса для одной и той же его структуры различаются в два раза по абсолютным значениям в зависимости от метода расчета. При этом если по модельным расчетам запас минтая оценивают как близкий к среднему уровню, то по учетным съемкам для одних и тех же лет (2009–2011) — как высокий.

Заметно по-разному оцениваются изменения запаса минтая по модельным расчетам и прямому учету для некоторых периодов. Так, по модельным расчетам максимум нерестового запаса минтая приходился на 1995–1997 гг. — на уровне наибольших значений для всего анализируемого периода (рис. 2). В 1998 г. запас был близок к уровню биомассы, соответствующему целевому ориентиру, а заметное снижение произошло с 1999 до 2001 гг. За три года величина запаса уменьшилась по результатам моделирования более чем в два раза.

По результатам весенних учетных съемок ТИНРО-Центра максимальное значение запаса для 1990-х гг. было в 1995 г., а с 1996 г. отмечен значительный спад его величины, продолжившийся неуклонно в течение пяти лет до 2000 г. (рис. 3). За эти годы запас уменьшился примерно в пять раз. Вместе с тем, как отмечено выше, в 1995–1997 гг. были рекомендованы высокие величины уловов минтая в северной части Охотского моря и они были получены, а в 1996 г. отмечался самый высокий за всю историю промысла в этом районе улов. Таким обра-

зом, в зависимости от метода расчета величины запаса минтая в северной части Охотского моря для одного и того же интервала лет получается, что период максимальных или высоких уловов приходится на время такого же высокого уровня запаса (модельные расчеты) или же на время заметного снижения этого же запаса (учетные съемки).

С учетом вышесказанного существуют ли объективные свидетельства, по которым можно однозначно фиксировать снижение или увеличение биомассы минтая в северной части Охотского моря? Очевидно, что показателем уровня запаса, во всяком случае до полного истощения при регулируемом промысле, не может быть фактический вылов, обычно соответствующий ОДУ, а это величина фиксированная и, как правило, в течение конкретного года не пересматривающаяся. Считается, что улов на усилие может быть показателем состояния запаса. Однако имеющиеся данные по межгодовой динамике уловов минтая на судо-сутки для промысловых судов основных типов, работающих в Охотском море, не всегда достаточно надежно отражают количественные характеристики запаса минтая. Так, в 2000–2001 гг., когда уровень запаса минтая достиг минимума и по учетным съемкам, и по моделям, улов на судо-сутки у средне- и крупнотоннажных судов был даже выше, чем в 2004 г., при отмечаемом росте величины запаса в этом году (Охотоморский минтай, 2005). Индексы

численности (стандартизированный улов на усилие) в 2001 и 2009 гг. при промысле минтая в восточной части моря практически не отличаются (Бабаян и др., 2014), хотя величина нерестового запаса этой рыбы находится на разных уровнях: на низком в 2001 и практически среднем — в 2009 гг. (рис. 2). Отсутствие однозначной надежной связи между уловом на усилие и величиной нерестового запаса в принципе понятно. На преднерестовых и нерестовых скоплениях, на которых традиционно ведут промысел минтая в Охотском море, плотность их увеличивается по мере приближения нереста, поэтому величина улова на усилие при разных уровнях запаса на таких скоплениях рыб мало различается. Различаются площади скоплений — с низкими, средними и наиболее плотными преднерестовыми и нерестовыми концентрациями рыбы. Но специфика промысла такова, что промысловые суда в основной своей массе стремятся на лучшие промысловые скопления, даже если они сравнительно невелики по площади. Кроме того, траловые системы постоянно совершенствуются, обеспечивая повышение уловистости тралов и эффективный облов даже разреженных скоплений рыб. Что касается возрастной структуры минтая северной части Охотского моря, отражающей влияние поколений различной численности на величину запаса рыбы, то здесь тоже не все однозначно. Так, численность поколения 2004 г. распределялась следующим образом: особи в возрасте одного года — порядка 32, двух полных лет — около 20, трех лет — 25, четырех лет — 10, пяти лет — около 23 млрд экз. (Овсянников и др., 2013). Очевидно, что наибольшую численность генерация имеет в возрасте одного года, в последующие годы численность ее закономерно уменьшается вследствие естественной и промысловой убыли. В рассматриваемом примере численность поколения изменяется скачкообразно и в возрасте пяти лет особей больше, чем таковых в двухлетнем возрасте. По-видимому, численность поколения, особенно на первом-втором годах жизни, учитывается недостаточно полно

вследствие межгодовых особенностей пространственного распределения минтая, и это относится не только к поколению 2004 г.

На наш взгляд, более надежным показателем уровня нерестового запаса минтая является суммарное количество икры, учтенное на всей площади нереста по результатам ихтиопланктонной съемки, регулярно выполняемой ТИНРО-Центром на обширной площади Охотского моря по стандартным точкам-станциям (рис. 4).

При учете того, что контролируемая площадь охватывает весь ареал размножения в северной части моря, съемка выполняется в период массового нереста или сразу после него, эти данные достаточно объективно отражают количество развивающейся икры в конкретный год. При этом межгодовые изменения плотности распределения икры по всему ареалу популяции при таком обширном районе контроля нереста учитываются даже при возможном разносе икры течениями. Таким образом, плотность концентраций икры, зафиксированная каждой станцией и суммарно по всему ареалу размножения, наряду с общей площадью, площадью максимальных, минимальных и средних concentra-

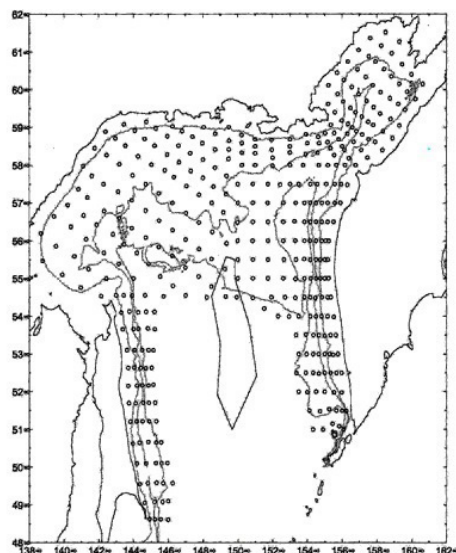


Рис. 4. Схема ихтиопланктонных станций по учету икры минтая в Охотском море в период весенних съемок ТИНРО-Центра.

ций развивающейся в море икры дают достаточно полное представление о ее количестве, т.е. объеме нереста, и косвенно — о биомассе нерестового, промыслового минтая в конкретном году. Имеющиеся данные о площади и плотности скоплений икры в годы, различающиеся по величине запаса минтая, подтверждают тот факт, что ее количество существенно различается даже визуально. Например, в 1984 г. при высоком уровне запаса плотность икры составляла на значительной площади моря 1000–10000 шт./м², заметными были концентрации и более 10 тыс. икринок под квадратным метром (Зверькова, 1987). В 2002 г. при заметно более низком уровне запаса плотность икры на обследованной в период съемки площади Охотского моря максимально составляла лишь 1000 шт./м² (Авдеев, 2002).

Результаты ихтиопланктонных съемок ТИНРО-Центра за более чем 20-летний период показаны на рис. 5. Численность икры в период 1984–1989 гг. составляла 50–80×10¹³ шт., в 1997–2002 гг. — ≤10×10¹³ шт. Современный уровень составляет величину <40×10¹³ шт.: для 2010 и 2011 гг. соответственно 29,4 и 37,1×10¹³ шт. (Овсянников и др., 2013). Таким образом, многолетняя динамика численности икры минтая и по существу объема его нереста показывает заметно различающиеся по количественным показателям периоды. Высокий уровень воспроизводства был в 1980-е гг., в 1997–2002 гг. икры учтено почти на порядок меньше, и именно с 1997 г. произошел довольно значительный спад объема нереста по всему ареалу в северной части Охотского моря. Со второй половины 2000-х гг. количество икры возросло, но ее все равно было в два-три раза меньше, чем в благоприятный период 1980-х гг.

Если снова обратиться к результатам оценки запасов, в частности к периоду резких «переломов», то можно увидеть, что значительное снижение величины запаса в 1997 г. по результатам учетных съемок (рис. 3) и спад почти в три раза объема нереста по количеству учтенной икры (рис. 5)

совпадают. Но самые высокие биомассы нерестового запаса в 1995–1996 гг., вычисленные по модельным расчетам (рис. 2), и заметное снижение объема нереста минтая по результатам учета икры в этот же период (рис. 5) явно не совпадают в оценке фактической ситуации. Продолжающееся катастрофическое снижение численности икры (а значит, и объема нереста рыбы), зафиксированное в 1997 г. по результатам ихтиопланктонной съемки, и наряду с этим высокий уровень нерестового запаса по модельным расчетам также слабо согласуются между собой. По модельным расчетам имеющихся оценок нерестовой биомассы (рис. 2) и по фактическому вылову (рис. 1) можно видеть, что изъятие рыбы в 1995–2000 гг. составляло от 25 до 30% биомассы. При этом неснижающееся промысловое изъятие (рис. 1) происходило на фоне сокращения объемов нереста минтая, и это отчетливо видно по уменьшению численности учтенной после нереста икры (рис. 5).

Из приводимых фактических данных следует, что процесс довольно продолжительного снижения количества развивающейся в море икры в конце 1990-х — начале 2000-х гг. нашел отражение и в снижении величины нерестового запаса, установленного по результатам учетных съемок в весенний период в северной части Охотского моря, — в 1996 и особенно в 1997 гг. (рис. 3, 5). Для этого же периода по модельным расчетам снижение нерестового запаса установлено с запаздыванием — оно явно видно лишь с 1998 г. (рис. 2). Для современного периода при отмечаемом некотором росте объема воспроизводства по сравнению с минимумом в начале 2000-х гг., судя по количеству учтенной икры, оценка нерестовой биомассы близка к среднему уровню по модельным расчетам, что более адекватно отражает реальную обстановку, чем высокий уровень, установленный с помощью прямых учетных съемок в 2009–2011 гг.

По результатам учета икры минтая в северной части Охотского моря с помощью ихтиопланктонных съемок ТИНРО-Центра

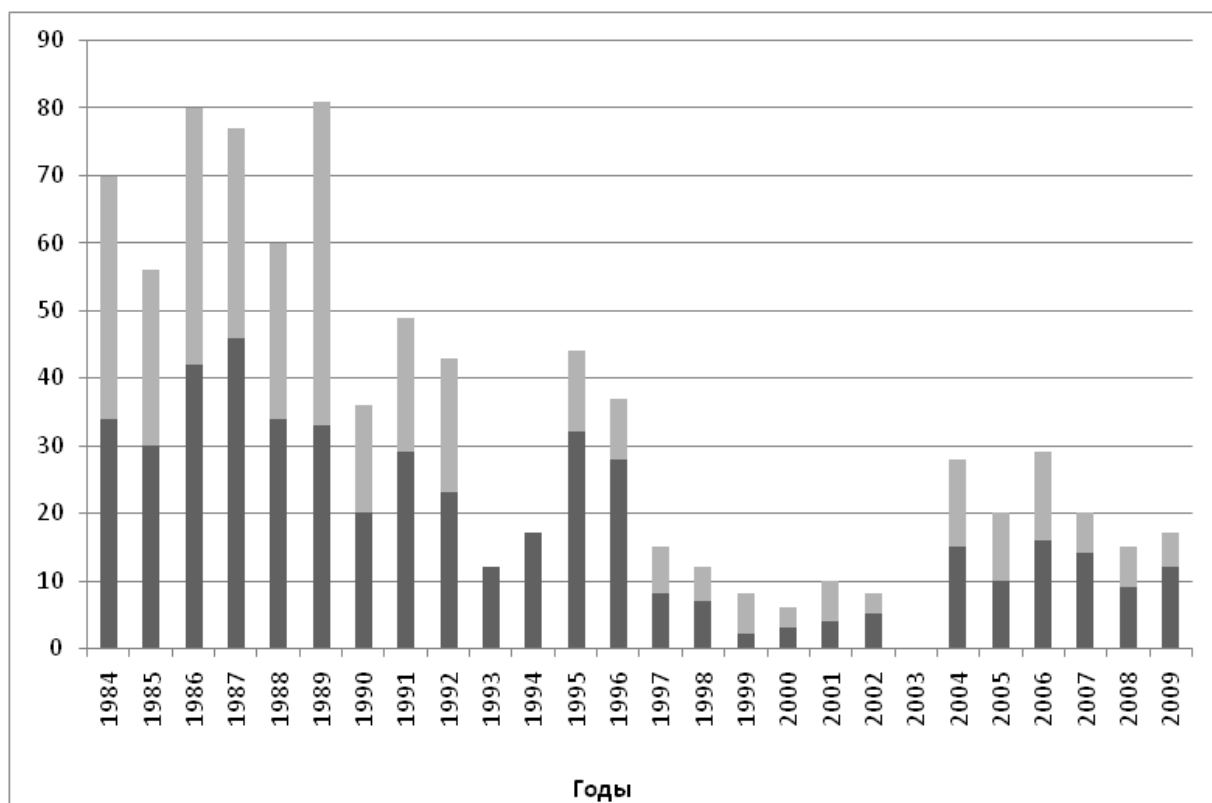


Рис. 5. Численность икры (10^{13} шт.) в период массового нереста минтая в северной части Охотского моря в 1984–2009 гг.; (■) — североохотоморский район, (■) — западнокамчатский район и залив Шелихова (по: Овсянников, 2011).

получен ряд количественных оценок, достаточно надежно отражающий, на наш взгляд, многолетний уровень нерестового запаса этой рыбы. Принимая во внимание фактические данные, можно выделить следующие уровни объема нереста минтая по результатам учтенной развивающейся икры: высокий — $100\text{--}60 \times 10^{13}$ икринок, средний — $<60\text{--}30 \times 10^{13}$ икринок, низкий — $<30 \times 10^{13}$ икринок. Если обратиться к оценкам запаса и количеству учтенной икры, то ясно видно, что минимальный объем нереста рыбы был в 1999–2002 гг. (менее 10×10^{13} шт.), который наблюдался по всему ареалу размножения как в североохотоморском, так и западнокамчатском районах. Что касается 1995–1997 гг., когда по модельным расчетам запас минтая был на высоком уровне, то результаты ихтиопланктонных съемок уже отчетливо показали процесс снижения объемов нереста, особенно в 1997 г., и явно еще в течение ряда последу-

ющих лет. При используемых методах — моделировании или прямом учете — получают различные величины запаса, но, что важно для «переломных» моментов, различающиеся тренды его динамики.

По результатам вышеизложенного очевидно, что целесообразно получать не две оценки, различающиеся по величине запаса и трендам его динамики, — по учетным съемкам и результатам моделирования, а единую. Без всякого сомнения, модельные расчеты являются в целом эффективным инструментом анализа в системе запас–промысел. А в рассматриваемом случае — при оценке запаса и возможности промысла преднерестового и нерестового минтая — необходимой составной частью такого анализа могут быть результаты прямого учета объема ежегодного нереста на основе стандартной ихтиопланктонной съемки. По результатам количественного

учета икры, или объема нереста, для текущего моделируемого состояния нерестового запаса популяции можно видеть место этого запаса на многолетней шкале, соответствующее уровням высокий, средний, низкий. Естественно, чтобы использовать результаты ихтиопланктонной съемки как критерий уровня запаса минтая, необходимо выполнять ее, как и прежде, в стандартные сроки, результаты обрабатывать стандартным способом и получать сравнимые данные в ряду многолетних исследований. При этом в качестве параметров вводить оценки смертности икры, продолжительность ее развития, долю отнерестившихся рыб, уловистость сети или трала, — т.е. все то, что используется сейчас для подсчета численности или биомассы производителей, а также продукции икры, при столь обширном районе контроля нереста, на наш взгляд, нецелесообразно, так как может существенно возрасти уровень неопределенности получаемых конечных оценок. Наглядный тому пример — результаты расчета биомассы нерестового запаса в 2009–2011 гг. (рис. 2), которые получились более высокими, чем в благоприятные 1980-е гг. При этом объем фактического нереста и количество учтенной икры для 2009–2011 гг. соответствовали заметно более низкому нерестовому запасу, только приближающемуся к среднему уровню. По мнению Овсянникова (2011), коэффициент корреляции между численностью икры и биомассой нерестового запаса может составлять 0,85. Существенное различие в рассмотренном случае между количеством икры и биомассой минтая в 2009–2011 гг. объясняется, по-видимому, введением в расчеты параметров, искажающих фактическую ситуацию как по величине биомассы, так и по тенденции динамики запаса.

Таким образом, результаты прямого учета развивающейся в море икры минтая следует использовать в качестве критерия оценки состояния нерестового запаса, соответствующего уровням высокий, средний или низкий. Этот критерий целесообразно включать в качестве настройки некоторых параме-

тров, в том числе при математическом моделировании динамики запасов популяции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учетные съемки, выполняемые в весенний период, более оперативно, чем моделирование, отражали начало и ход продолжительного по времени процесса снижения запаса минтая. Но уровень запаса в 2009–2011 гг. более адекватно отражают результаты модельных расчетов. Предложен критерий оценки уровня состояния текущего запаса минтая на многолетней шкале по объему его нереста или количеству учтенной икры. Этот критерий целесообразно использовать в качестве настройки некоторых параметров при моделировании процессов, происходящих в популяции, и получать единую оценку запаса с использованием результатов учетных съемок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдеев Г.В. Отчет о рейсе НИС «Профессор Кагановский» в Охотском море по оценке биологических ресурсов в марте-мае 2002 г. Ч. 1. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра, 2002. 328 с.

Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А. и др. Оценки запасов и ОДУ минтая в Охотском море с использованием данных ИС «Рыболовство» // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 3–17.

Зверькова Л.М. Пространственно-временная структура района воспроизводства минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в северной части Охотского моря // Вопр. ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 3. С. 414–420.

Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра, 2003. 248 с.

Овсянников Е.Е. Динамика пространственного распределения икры и молоди минтая в северной части Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 2011. 20 с.

Овсянников Е.Е., Овсянникова С.Л., Шейбак А.Ю. Динамика и струк-

тура запасов минтая в северной части Охотского моря в 2000-е гг. // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 172. С. 133–148.

Охотоморский минтай 2005. Путинский прогноз. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра, 2004. 59 с.

Охотоморский минтай 2015. Путинский прогноз. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра, 2014. 68 с.

Фадеев Н. С., Веспестад В. Обзор промысла минтая // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 75–91.

TO THE QUESTION OF THE ASSESSMENT OF THE WALLEYE POLLOCK STOCK NORTHERN OKHOTSK SEA

© 2015 y. L. M. Zverkova

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

Analyzed the results of the assessment of the spawning stock of walleye Pollock in the sea of Okhotsk on the model calculations and accounting surveys. In 1995–1997 on the model calculations indicate a high level of spawning stock, whereas accounting surveys occurred a significant decrease. The criterion level of spawning stock over a multi-year scale — high, medium and low — based on the results of the annual account of the number emerging in the sea of eggs walleye Pollock. This criterion can be used as tuning parameters in the model predictions.

Keywords: walleye pollock, Okhotsk Sea, model calculations, accounting surveys, the criterion level of spawning stock.