

ДИНАМИКА ЗАПАСОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫБЫ-ЛАПШИ *SALANGICHTHYS* *MICRODON* В ПРИМОРСКОМ КРАЕ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2023 г. А.Н. Вдовин

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), Россия, Владивосток, 690091
E-mail: vdovinan1955@mail.ru

Поступила в редакцию 5.12.2022 г.

Рыба-лапша *Salangichthys microdon* является промысловым, но малоизученным видом в дальневосточных водах России. Внутрисезонная и межгодовая динамика оценок обилия рыбы-лапши в эстуариях характеризуется резкими колебаниями: величины минимальных и максимальных оценок различаются более чем в 100 раз. Коэффициент мгновенной общей смертности лапши рыбы составляет 2,06, а коэффициент общей годовой смертности – 0,87.

Ключевые слова: рыба-лапша *Salangichthys microdon*, Приморский край, плотность, численность, биомасса, распределение, выживание, смертность.

ВВЕДЕНИЕ

Рыба-лапша *Salangichthys microdon* – низкобореальный тихоокеанский приазиатский вид. Вдоль материкового побережья Японского моря она встречается на юге от Пусана до Амурского лимана на севере (Линдберг, Легеза, 1965; Тупоногов, Кодолов, 2014). Рыбы тяготеют к эстуарным зонам (Колпаков, 2018). Она обычна и в морских водах, и в реках (Ким, 2018; и другие). В поверхностных ихтиопланктонных ловах на морской акватории в летний период эта рыба встречается регулярно (Андреева и др., 2008). По устному сообщению первого автора в Амурском заливе, максимальная глубина которого 58 м, этот вид встречался повсеместно.

Статус обилия этого вида определён А.С. Соколовским с соавторами (2018) как многочисленный.

Имеется только одна специализированная отечественная публикация, посвященная биологии лапши-рыбы (Ким,

2018). Опубликованной информации по оценкам обилия лапши-рыбы в российских водах нет. Объектом прогнозирования она стала только в 2018 г.

Цель работы – оценка обилия этого вида в водах Приморского края, а также уточнение некоторых черт биологии этого вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данное исследование выполнено по материалам экспедиций, возглавляемым д. б. н. Н.В. Колпаковым. Съёмки проводились закидным неводом с 2002 по 2015 гг. от зал. Посъет до зал. Ольга на мелководье (менее 5 м) морской акватории, а также в реках, озерах и лагунах. Исследованиями был охвачен весь год. Рыба-лапша встречалась в уловах с апреля по октябрь. В эти месяцы было выполнено 909 результативных замётов (исключая аварийные). В 128 заметах встречалась рыба-лапша. Среднегодовая частота её встречаемости в уловах

составила 14,1%. Использовались закидные невода с ячейей 5–8 мм, высотой стенки 2,5–3 м, длиной верхней подборы 10–40 м и длиной урезов 20–40 м.

С 2002 по 2019 гг. биологическому анализу группой Н.В. Колпакова и другими сотрудниками подвергнуто 820 особей, промерено 2911 особей. Были сформированы 9 месячных выборок по длине и среднему весу уловов. Длина пересчитывалась по аллометрической зависимости вес-длина (рис. 1).

где $Pn(w)$ – удельная численность (биомасса), млн экз./км² (т/км²); $Cn(w)$ – улов на зачёт в численном (экз./км) или весовом (кг/км) выражении; q – площадь облова неводом (м²). Для приведения величин в указанные масштабы размерности численные оценки делились на 106, а весовые на 103.

Площади облова были рассчитаны с помощью д. т. н. М.А. Мизюркина (табл. 1).

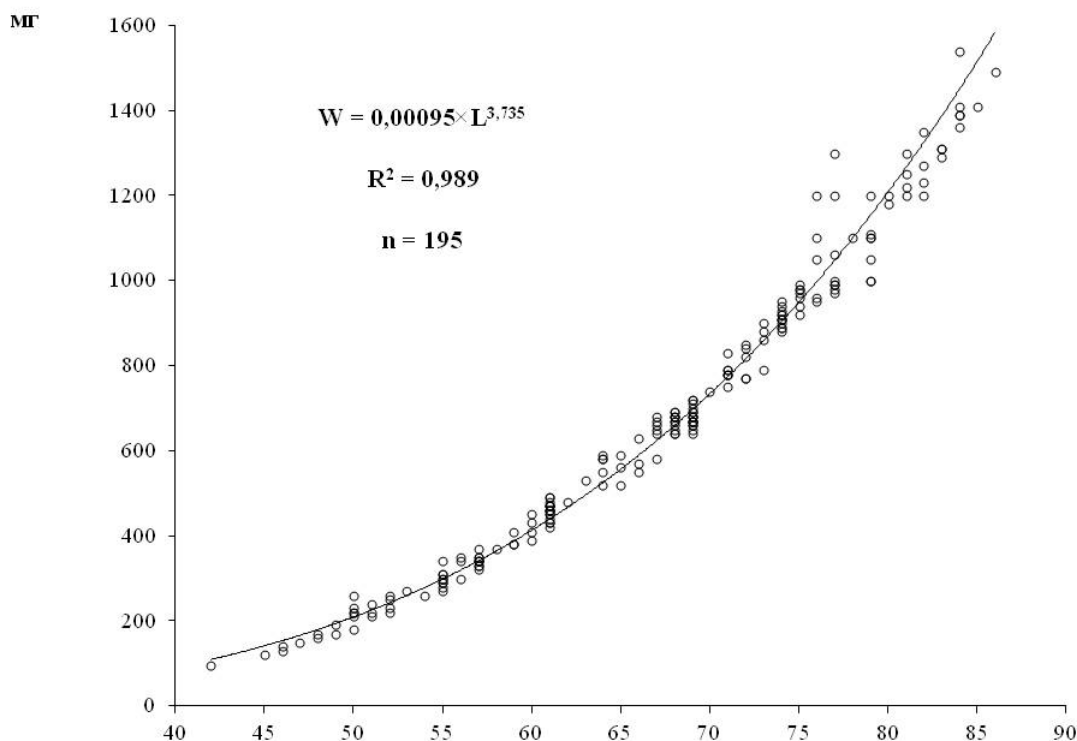


Рис. 1. Зависимость вес-длина у рыбы-лапши *Salangichthys microdon*: W – вес, мг; L – длина АС, мм.

Для расчёта запасов применялся метод площадей (Аксютин, 1968). Для корректного сравнения количественных характеристик вылова разными неводами величины уловов пересчитывались на плотность.

Основным показателем обилия рыбы-лапши являлась плотность её концентраций на 1 км² (Вдовин, 2011):

$$Pn(w) = Cn(w) \times (1000000/q) \quad (1)$$

Оценки запасов определялись как произведение плотности на площадь зоны обитания на мелководье:

$$N = (Pn \times S)/10^3; W = (Pw \times S)/10^3 \quad (2)$$

где N и W – численность в млрд экз. и биомасса в тыс. т; делитель 10^3 используется для приведения размерности в указанный масштаб; S – площадь, занятая концентрациями рыбы-лапши.

Таблица 1. Площади замётов закидного невода в зависимости от его параметров

параметр		длина урезов, м				
		20	20	30	40	40
длина верхней подборы, м	10	157				
	15		235,5			
	20			471		
	30				942	
	40					1256

При оценке площади (S) мы исходили из того, что плотные концентрации этой рыбы ниже 5-метровой изобаты отсутствуют. Скорее всего, разрывов в распределении у этого вида нет. Только в зал. Петра Великого Л.Н. Ким (2018) выделяет 18 районов её локализации, из которых в 16-ти коллективом Н.В. Колпакова были проведены исследования (рис. 2).

Разрывы в распределении обусловлены, прежде всего, трудностями исследования отдельных участков побережья. В частности, протяжённый разрыв между точками 17 и 18 определяется трудностью получения разрешения на проведения исследований в зал. Стрелок. Во многих местах просто невозможно сделать замёт закидным неводом из-за скалистых берегов или топкого дна. В большинстве случаев работы выполнялись в устьях рек, но иногда и выше по течению на 3–5 км.

Скорее всего, рыба-лапша встречается повсеместно вдоль всего побережья. Разумеется, промысловые концентрации будут занимать меньшую часть ареала. Площадь морского мелководья (выше 5-тиметровой изобаты) в Приморье, рассчитанная по программе MapInfo составляет 612,1 км². Кроме того, как указывалось выше, эта рыба обитает и во внутренних водоёмах. Мы полагаем, что суммарная площадь рек лагун и озёр у побережья Приморья будет не меньше 50 км². Если промысло-

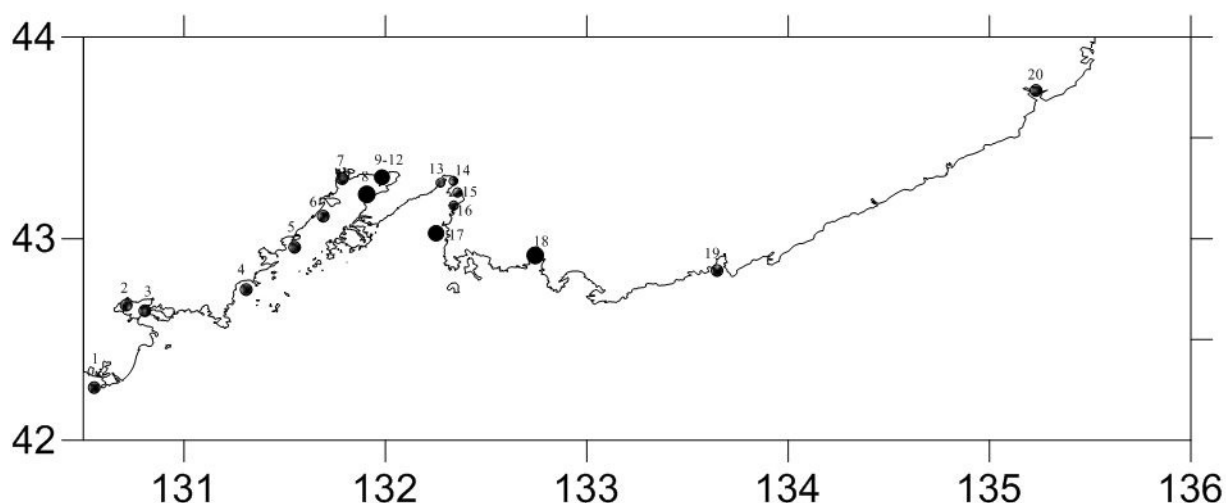


Рис. 2. Карта – схема района работ (по Ким, 2018). Дополнено станциями 19 и 20: 1 – р. Туманная; 2 – р. Тесная; 3 – р. Гладкая; 4 – р. Рязановка; 5 – р. Нарва; 6 – р. Барабашевка; 7 – р. Раздольная; 8 – р. Шмидтовка; 9 – р. Угольная; 10 – р. Пятый ключ; 11 – р. Овражная; 12 – р. Песчанка; 13 – р. Артёмовка; 14 – р. Шкотовка; 15 – р. Суходол; 16 – р. Петровка; 17 – бух. Ильмовая; 18 – зал. Восток; 19 – бух. Киевская; 20 – зал. Ольги.

вые скопления занимают 3% от суммарной площади морского мелководья и внутренних водоёмов, то в абсолютном выражении эта цифра будет составлять примерно 20 км². Исходя из того, что частота встречаемости рыбы-лапши в уловах составляет 14,1%, относительная величина площади в 3% не кажется нам чрезмерной.

За период 1981–2019 гг. было просмотрено 149 траловых карточек, в которых отмечались уловы рыбы-лапши.

Для анализа вертикального распределения рыбы-лапши по донным тралениям данные по количеству поимок и глубине траления группировались по 30-метровым диапазонам до глубины 180 м. Для каждого диапазона подсчитывалась средняя глубина тралений и сумма количества поимок. Три улова на глубинах 275, 425 и 510 м были включены в общую выборку без каких-либо преобразований (рис. 3).

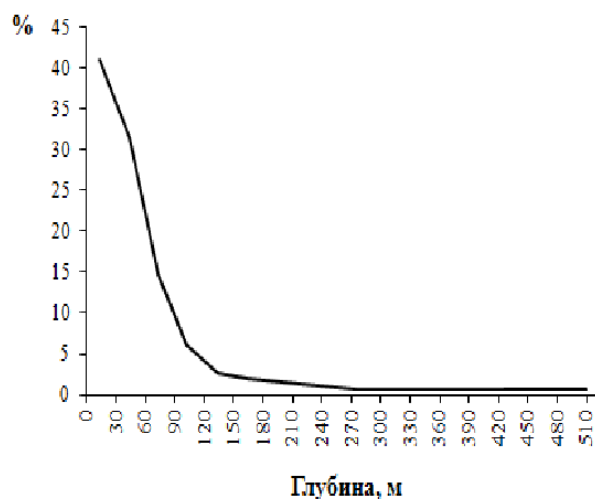


Рис. 3. Частота встречаемости рыбы-лапши *Salangichthys microdon* на разных глубинах в результативных уловах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Внутрисезонная динамика оценок обилия имеет сходный ход по средним,

минимальным и максимальным величинам (рис. 4). Самые низкие величины наблюдаются в октябре, самые высокие – в августе-сентябре. Динамика оценок обилия определённо связана с особенностями распределения и динамикой размерного состава в облавливаемой части популяции. Резкое понижение уловов рыбы-лапши в октябре уже отмечалось другими исследователями (Калчугин и др., 2007). Интересно, что в этом же месяце она реже встречается и в уловах тралов. В ноябре она уже не отмечается в мелководной зоне, но гораздо чаще попадает в тралы на больших глубинах (табл. 2). Рыба-лапша встречалась в траловых уловах, в основном (98,0%), на глубинах 3–76 м (рис. 3). Не исключено, что на больших глубинах регистрировались рыбы, пойманные на меньших глубинах и застрявшие в объёмы трала. Отсутствие регистраций рыбы-лапши в траловых уловах в течение зимы может иметь весьма простое объяснение. При выборке трала его крылья, в которых обычно застревает рыба-лапша, просматриваются в последнюю очередь. Поскольку рыба-лапша представлена экземплярами весом в десятые доли грамма, то, скорее всего, они рассыпаются на морозе при малейшем соприкосновении. Следует указать, что чаще всего, в записях не было точных количественных оценок: штучно, несколько десятков и просто факт поимки. Последнее обусловлено не нерадивостью наблюдателей, а трудностями учётов. Часто непонятно, сколько фрагментов тела представляют одну особь.

Л.Н. Ким (2018) обращает внимание на то, что места зимовки рыбы-лапши неизвестны. А.С. Соколовский с соавторами (2011) указывает, что молодь уходит из рек в море. Мы полагаем, что как из рек, так и из эстуариев рыба-лапша может уходить в море на глубины боль-

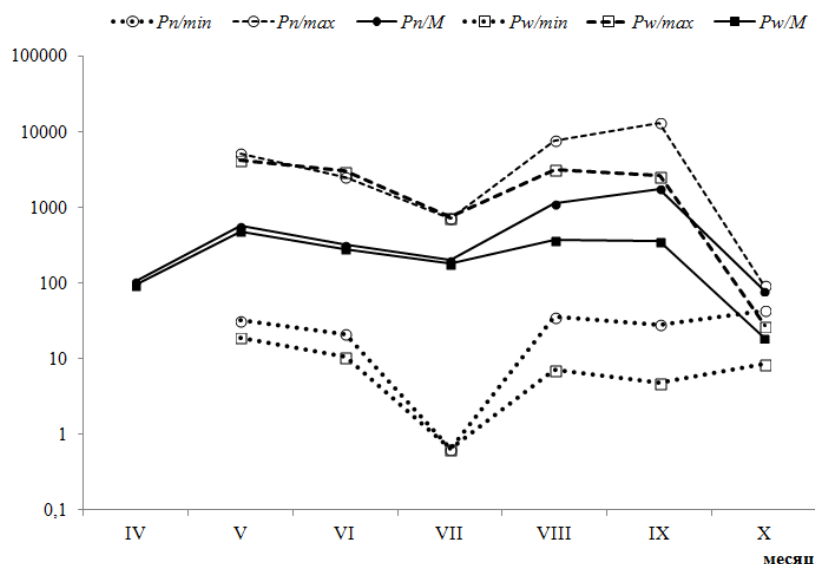


Рис. 4. Внутрисезонная динамика оценок плотности рыбы-лапши *Salangichthys microdon* в логарифмической шкале: min, max и M – минимальная, максимальная и средняя оценки плотности; Pn , Pw – см. Материал и методика.

ше 5 м. Нам неизвестно, что авторы подразумевают под молодью, но по нашим данным, начиная с октября, все рыбы могут быть отнесены к этой категории. По динамике средних величин веса видно, что размеры рыбы-лапши резко падают с июля по сентябрь (рис. 5). С апреля по июль изменение среднего веса почти не проявляется. Длина тела колеблется от 50 до 94 мм. В августе она варьирует от 37 до 82 мм. Доля особей длиной до 50 мм составляет 68%.

Можно предположить, что это новая генерация особей, родившаяся после нереста. Данное предположение укладывается в рамки имеющейся информации о максимальных размерах, продолжительности жизни и нересте рыбы-лапши (Соколовский и др., 2011; Ким, 2018). Нерест (и, вероятно, выклев) происходит в конце апреля-мае. Этот вид достигает до 100 мм и живет 1,5 года. Рыбы, родившиеся в мае и достигающие до 50 мм, достигают половины максимального размера за пятую часть своей жизни. Подобная тенденция проявляется у рыб с разными жизненны-

ми стратегиями: синего тунца *Thunnus thynnus*, южного однопёрого терпуга *Pleurogrammus azonus* и калифорнийского анчоуса *Engraulis mordax* (Вдовин и др., 2015).

При вылуплении личинок в мае возраст в полтора года должен наступать в ноябре. Данные за октябрь ограничены (выборка по размерному составу состояла из 41 экз.), а за ноябрь – отсутствуют. Крайние значения длины в октябре составляли 44–78 мм. В сентябре размах вариации по длине составлял 42–92 мм. Показательно, что доля особей с длиной более 70 мм, возраст которых предположительно больше года, уменьшается с мая по сентябрь, причем с августа начинается её резкое понижение (рис. 6). Иначе говоря, в посленерестовый период понижается доля отнерестившихся производителей. Возможно, отдельные отнерестившиеся особи доживают до ноября, т. е. до полутора лет. Тогда тезис о том, что после нереста погибают все взрослые особи, является неверным (Соколовский и др., 2011). Исто-

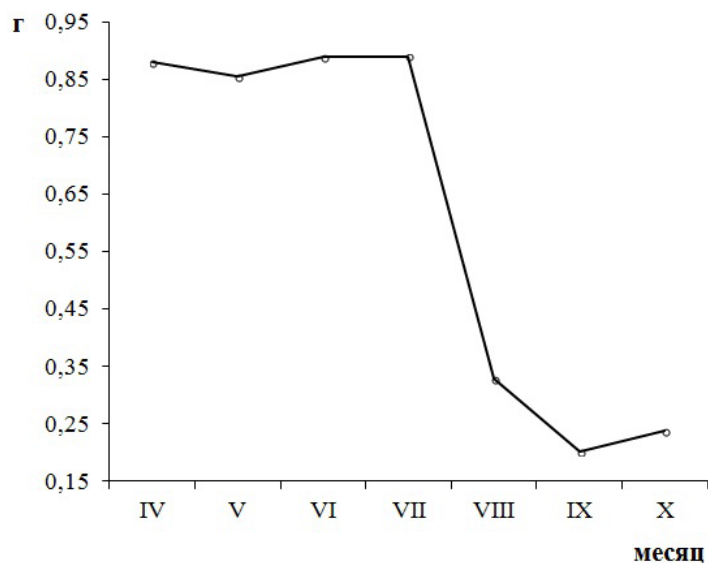


Рис. 5. Внутрисезонная динамика среднего веса уловов рыбы-лапши *Salangichthys microdon*.

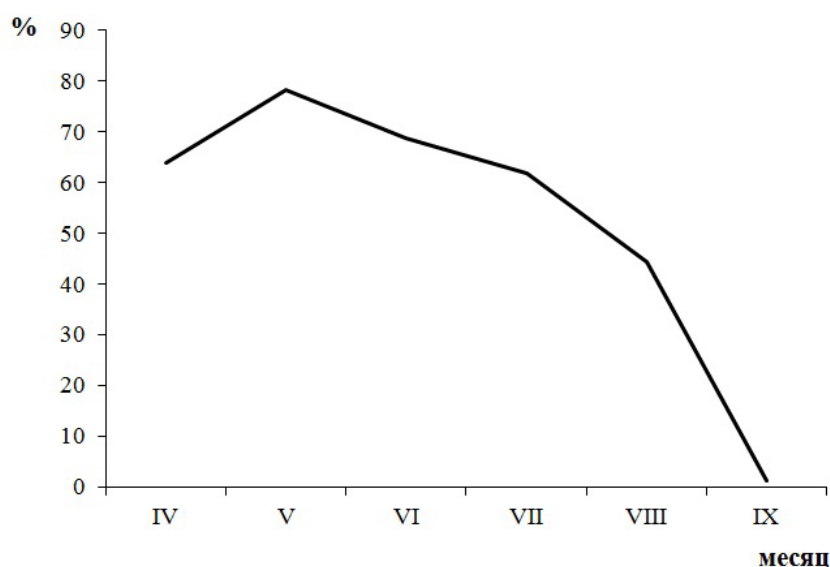


Рис. 6. Внутрисезонная динамика доли особей больше 70 мм в уловах рыбы-лапши *Salangichthys microdon*.

дя из вышесказанного, внутрисезонная динамика оценок обилия и размерного состава преимущественно обусловлена балансом между пополнением молоди и элиминацией производителей в облавливаемой части популяции на мелководье. Можно предположить, что повышение плотности скоплений рыбы-лапши на мелководье с апреля по май определяется миграцией рыб к берегу,

поскольку она начинает реже встречаться в траловых уловах (табл. 2). Уменьшение величин обилия в ноябре, вероятно, определяется миграцией рыбы-лапши на большие глубины.

Оценки запасов за май-октябрь в мелководной зоне Приморья характеризуются сильными колебаниями (рис. 7). Максимальная оценка по численности превышает минимальную в 161 раз, а

Таблица 2. Количество поимок рыбы-лапши *Salangychthys microdon* (n) в разные месяцы (mo) тралами разных конструкций

mo	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Всего
n	1	36	25	11	10	32	12	1	21	149

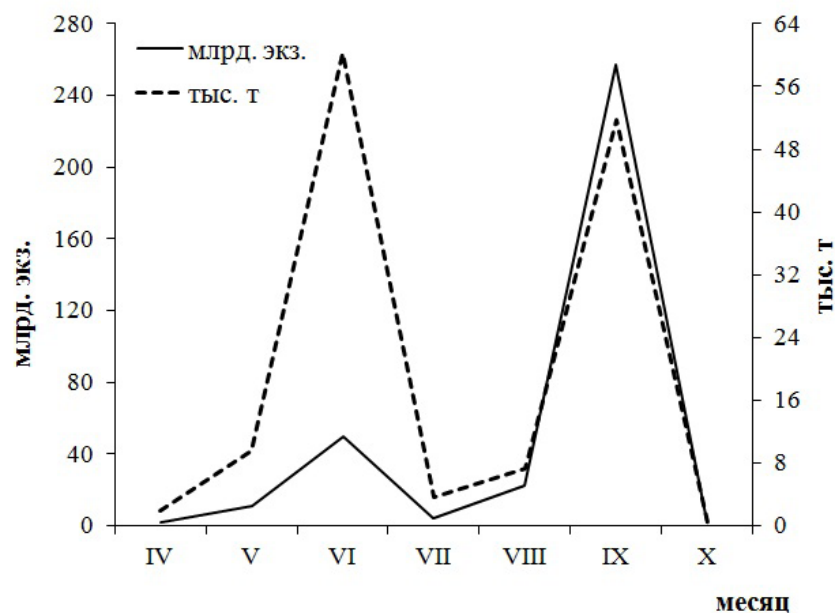


Рис. 7. Внутрисезонная динамика оценок запасов рыбы-лапши *Salangychthys microdon* на морском мелководье.

по биомассе – в 158 раз. Несмотря на то, что съёмки закидным неводом охватывали не все биотопы рыбы-лапши, оценки численности и биомассы в первом приближении оценивают внутрисезонные тенденции динамики величины популяции. Во всяком случае, той части популяции, которая доступна для облова. Если говорить о точности оценок, то они, разумеется, занижены. Во-первых, облавливались только скопления с высокой плотностью концентраций. Во-вторых, коэффициент уловистости, ввиду отсутствия данных, принимался за 1. Последнее исключено по ряду причин: 1) из-за неровностей дна нижняя подбора не всегда плотно прилегает к грунту; 2) значительная часть этих маленьких рыбок должна выходить из зоны облова через ячейку с шагом 5–8 мм.

Тем не менее, обращаем внимание, что распределение оценок обилия по месяцам отражает реальные тенденции во внутрисезонной динамике численности.

Максимальная оценка биомассы приходится на июнь – 60,2 тыс. т, а максимальная оценка численности – 257,3 млрд экз., на сентябрь. При этом оценка биомассы в сентябре близка к июньской – 51,8 тыс. т. Средний вес рыбы—лапши в этом месяце составляет 0,2 г, что в 4,4 меньше, чем в июне. Количество поимок тралом в море в июне и сентябре (11 и 12) ниже среднемесячной величины – 16,6 поимок. Можно предположить, что в эти месяцы основная масса облавливаемой части популяции рыбы-лапши сосредоточена на морском мелководье, а конкретнее в эстуариях. При этом вся рыба в июне представле-

на производителями. Есть мнение, что производители после нереста погибают (Соколовский и др., 2011; и другие). Выше уже говорилось, что погибают они в течение нескольких месяцев. Интересно другое. В мае за пределами мелководья рыба-лапша встречается чаще, чем в июне (табл. 2). Оценки обилия в мелководной зоне в июне также выше, чем в мае (рис. 2 и 5). Закономерно возникает вопрос: а заканчивается ли нерест в мае? Тем более, что нерест у этого вида порционный (Ким, 2018). Как бы то ни было, промысловое стадо рыбы—лапши в июне представлено только производителями. Облавливаемая часть популяции в сентябре представлена преимущественно рекрутами, о чём говорилось выше. На производителей крупнее 70 мм приходится всего 1,4% (рис. 4). Без определения возраста разделение рыб на разные поколения невозможно. Ориентировочно примем, что пополнение в сентябре составляет 90%. Тогда численность рекрутов в сентябре составит 231,6 млрд экз. Доля выживших (или выживание – S) составит 0,214. Выживаемость, в свою очередь, равна (Рикер, 1979):

$$S = e^{-Zt} \quad (3),$$

где Z – мгновенная общая смертность; t – промежуток времени, в долях от года; e – экспонента.

При решении уравнения 3 получаем $Z = 2,06$. По таблицам Рикера (1979) коэффициент общей годовой смертности (A) составит 0,87. Для короткоциклового вида, основная масса рыб которого живёт немногим дольше года и созревает в возрасте одного года, это вполне реальная цифра. По мнению Е.М. Малкина (1995) такие виды выдерживают промысловые нагрузки почти до 50% годового изъятия из запаса.

Вышеприведенные результаты получены по среднесноголетним данным. Поскольку район исследований ни в одном году не охватывался полностью, для оценки межгодовой изменчивости обилия рыбы-лапши были использованы данные в северной части Уссурийского залива, собранные в сентябре в 2006–2013 гг. При этом с 2010 по 2013 гг. исследования проводились регулярно. Всего было выполнено 72 замета. Минимальные и максимальные оценки плотности различаются в 156 раз в численном выражении и в 129 раз – в весе (рис. 8). В целом они сопоставимы с сезонными колебаниями. Небольшой объём материала не позволяет считать межгодовые оценки объективными, но резкие различия в динамике численности вполне допустимы для такого короткоциклового вида и исключать возможность таких колебаний не следует.

Исходя из имеющихся данных и полученных результатов, можно предложить несколько постулатов для прогнозирования квоты вылова этого вида.

Во-первых, прогноз с двухгодичной заблаговременностью, для вида с продолжительностью жизни 1,5 года не имеет смысла.

Во-вторых, колебания численности этого вида могут быть очень значительными, следовательно, для прогноза необходимы ежегодные исследования.

Поскольку максимальная (и наиболее реальная) численность рекрутов отмечалась в сентябре, именно этот месяц может быть начальной временной точкой отсчёта для формирования прогноза. Съёмки могут проводиться на одном—двух полигонах, где промысел наиболее успешен: кутовые (северные) части заливов второго порядка зал. Петра Великого, а именно – Амурский и Уссурийский. При возможности во время замётов могли бы быть полез-

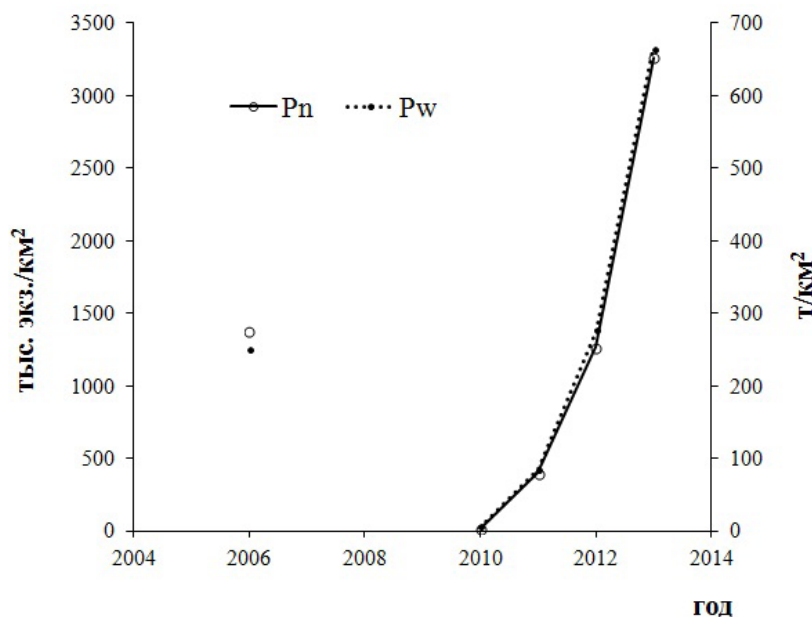


Рис. 8. Межгодовая динамика оценок плотности скопления рыбы-лапши *Salangychthys microdon* в сентябре, в северной части Уссурийского залива. P_n , P_w – см. Материал и методика.

ными аэросъёмки с беспилотных аппаратов. С их помощью можно выяснить характер мозаичности распределения и, в первом приближении, получить данные по уловистости закидного невода, в частности, определить какая часть косяка попадает при замёте в невод.

Первые два-три года придётся использовать рассчитанный нами коэффициент смертности. В дальнейшем возможна его корректировка.

ВЫВОДЫ

Внутрисезонная и межгодовая динамика оценок обилия рыбы-лапши в эстуариях характеризуется резкими колебаниями: величины минимальных и максимальных оценок различаются более чем в 100 раз.

Внутрисезонная динамика обилия в эстуариях определяется балансом между пополнением, смертностью и распределением.

Максимальные оценки численности отмечаются в сентябре, когда облавливаемая часть популяции состоит, в ос-

новном, из рекрутов, а максимальные оценки биомассы в июне, когда в уловах присутствуют только производители.

В период с сентября по июнь коэффициент мгновенной общей смертности рыбы-лапши составляет 2,06, а коэффициент общей годовой смертности – 0,87.

Прогноз для рыбы-лапши, живущей 1,5 года, с двухгодичной заблаговременностью – некорректен.

Благодарность

Выражаем искреннюю благодарность Н.В. Колпакову и А. Мизюркину за предоставленные данные научных исследований, которые легли в основу данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксютин Э.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-ть, 1968. 289 с.

Андреева Е.Н., Тимонина С.В., Зуенко Ю.И. Видовой состав и особенности распределения ихтиопланктона зал. Петра Ве-

ликого (Японское море) в 2007 г. // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тезисы докладов Третьей Международной научно-практической конференции. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. С. 15–16.

Вдовин А.Н. О возможности корректировки размерного и возрастного состава траловых уловов рыб // Рыбн. хозяйство, 2011. № 6. С. 55–57.

Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Четырбоцкий В.А. Компьютерное моделирование динамики роста рыб (на примере южного однопёрого терпуга *Pleurogrammus azonus*). Часть I // Информационные технологии, 2015. Т. 21. № 2. С. 116–120.

Калчугин П.В., Измятинский Д.В., Рачков В.И., Соломатов С.Ф. Перспективы тралового лова в литоральной зоне залива Петра Великого в осенний период // Вопр. ихтиологии, 2007. Т. 47. № 3. С. 328–333.

Ким Л.Н. Некоторые данные по биологии и промыслу рыбы-лапши *Salangichthys microdon* в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО, 2019. Т. 196. С. 90–100.

Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы. Владивосток: ТИНРО-центр, 2018. 428 с.

Линдберг Г.У., Лебеза М.И. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 2. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 84.). М. -Л. : Наука, 1965. 394 с.

Малкин Е.М. Принцип регулирования промысла на основе концепции репродуктивной изменчивости популяций // Вопр. ихтиологии, 1995. Т. 35. № 4. С. 537–540.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.

Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы залива Петра Великого. 2-е изд., испр. и доп. Владивосток: Дальнаука, 2011. 431 с.

Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский Остров, 2014. 336 с.

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

DYNAMICS OF STOCKS OF JAPANESE ICEFISH *SALANGICHTHYS MICRODON* AND THE POSSIBILITY OF IT FORECASTING IN THE PRIMORSKY KRAI (JAPAN SEA)

A.N. Vdovin

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography, Russia, Vladivostok, 690091*

Japanese icefish *Salangichthys microdon* is a commercial but little studied species in the Far Eastern waters of Russia. The intraseasonal and interannual dynamics of estimates of the abundance of noodle fish in estuaries is characterized by sharp fluctuations: the values of the minimum and maximum estimates differ by more than 100 times. The instant total mortality rate of fish noodles is 2,06, and the total annual mortality rate is 0,87.

Keywords: Japanese icefish *Salangichthys microdon*, Primorsky Krai, density, abundance, biomass, distribution, survival, mortality.