

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 597-152.6 (282.4)

**ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ПРИЕМНОЙ ЕМКОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ  
ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА**

© 2017 г. А.К. Матковский

*Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства,  
Тюмень, 625023  
E-mail: gosrc@gosrc.ru*

Рассматривается один из способов определения приемной емкости водных объектов. Предлагается использование ретроспективного анализа динамики численности рыб, существующих закономерностей во флуктуации одновозрастных генераций, а также происходящих изменений в условиях обитания и размножения.

*Ключевые слова:* емкость среды, приемная емкость, восстановление биоресурсов, дефицит молодежи.

Процессы саморегуляции численности рыб, о которых ранее говорили Васнецов (1947), Никольский (1965) и ряд других известных ихтиологов, в современном мире, к сожалению, утратили свое практическое значение. Реальность такова, что численность многих популяций, особенно ценной пресноводной ихтиофауны, сильно сократилась, многие виды попали в различные Красные книги, и задача интенсификации рыболовства уже давно не стоит на повестке дня (Кошелев, 1984). В этой связи все большее внимание уделяется вопросам регулирования промысла, охраны и восстановления биоресурсов, а также развития пастбищной аквакультуры. Все чаще в рыболовном лексиконе используется термин «приемная емкость водного объекта». Данный термин неразрывно связан с экосистемной биотической емкостью водного объекта, которая совокупностью существующих биотических и абиотических условий лимитирует предельную численность популяции. В свою очередь приемная емкость — это максимальные количественные показатели того или иного объекта аквакультуры или восстанавливаемого вида, которые может принять экосистема без вреда другим популяциям ценной промысловой ихтиофауны.

Утвержденные методы установления объемов приемной емкости в настоящее время отсутствуют, и у исследователя существует определенная свобода творчества. Хотя надо сказать, что термин «емкость среды» — не новый и для определения этого показателя используются различные подходы. Например, путем построения логистической функции роста численности популяции (Гиляров, 1990) или использования различных продукционных (Шефер, 1958) и балансовых моделей. Однако последний путь через трофику является непростым, так как требует изучения продукции и питания гидробионтов (Мельничук, 1980), причем на выходе могут быть значительные ошибки (Поддубный, Баканов, 1980; Краснопер, 1982). Не случайно даже при детальном изучении сравнительно небольшого озера был сделан вывод о невозможности получения обоснованного заключения о степени использования рыбами кормовой базы без оценки точности характеризующих ее величин и пищевых потребностей рыб (Винберг и др., 1986). Поэтому проведение подобных исследований в крупных речных бассейнах заведомо обречено на недостоверность результатов. Ориентировочные оценки приемной емкости можно получить путем математического моделиро-

вания динамики численности рыб, например, используя модель Рикера (Шибанов С., Шибанов Л., 2016). Единственным недостатком в этом случае является невозможность однозначно задать коэффициенты смертности рыб, и поэтому на выходе всегда будем иметь некий интервал значений. Более однозначную трактовку результатов дает использование когортного анализа на основе многолетней эмпирической информации, хотя и в этом случае остаются вопросы к правильности выбора критерия оптимума емкости среды и адекватности анализа произошедших изменений в условиях обитания рыб.

Цель настоящей статьи — показать возможность определения приемной емкости водного объекта на основе анализа многолетней информации по динамике численности рыб и условиям их обитания.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве примера реализации рассматриваемого подхода в определении приемной емкости использовали многолетние ряды наблюдений за состоянием запасов сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна, в частности, сведения по уловам, размерно-возрастной структуре популяций, росту молоди, скату личинок сиговых с различных нерестовых рек (Мельниченко, Богданов, 2006; Богданов, 2006а, 2008), а также данные по уровню воды.

Расчет численности осуществляли методом восстановленного запаса (Матковский, 2006а, 2014). Для построения кривых выживания использовали данные по плодовитости рыб, соотношению полов, доле зрелых самок, периодичности нереста (Москаленко, 1958, 1971; Селюков, 2002а, б) и оплодотворяемости икры (Иванчинов, 1935; Юхнева, 1967).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения эталонных периодов, отражающих емкость среды на первоначальном этапе, необходимо проанализировать следующие направления.

1. Изучить, насколько изменились условия обитания рыб, а также какие произошли изменения в режиме и интенсивности промысла. Какие факторы послужили причиной сокращения численности популяции, и насколько эти факторы могли сказаться на приемной емкости водного объекта.

2. Изучить естественное состояние популяции в ихтиоценозе в разные исторические периоды, а также насколько современная емкость среды позволяет виду увеличивать свою численность и ихтиомассу.

3. Изучить закономерности динамики численности, факторы, ее определяющие, наличие циклических изменений в появлении различных по урожайности поколений. Определить параметры цикла для периода высокой численности популяции.

В рамках первого блока вопросов необходимо проанализировать причины деградации популяции. Особое внимание нужно уделить факторам антропогенного характера — загрязнению среды, гидростроительству, сокращению зимовальных и нерестовых площадей, браконьерству и другим. Например, для осетровых и сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна главными отрицательными факторами оказались браконьерство, высокая интенсивность промысла, сокращение нерестовых площадей в результате гидростроительства, добычи песчано-гравийной смеси и загрязнения рек. Данные факторы, как известно, приводят к нарушению нормального репродуктивного функционирования вида (Кошелев, 1984). Из сиговых от этого воздействия в наибольшей степени пострадали популяции, совершающие протяженную нерестовую миграцию в среднюю Обь (муксун, нельма, пелядь), так как плотина Новосибирской ГЭС была отрезана значительная часть их нерестилищ и в период миграций виды испытывали повышенное промысловое изъятие. Особенно сократился вылов муксуна и нельмы (рис. 1).

Процесс адаптации популяций к новым условиям размножения занял в разные годы порядка 20–25 лет, но при этом популяции начали функционировать на более низком

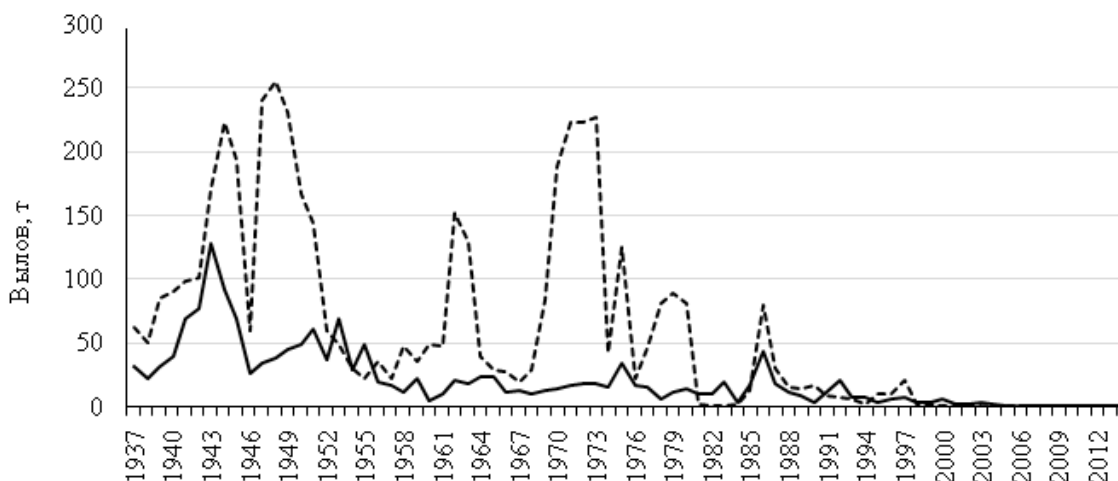


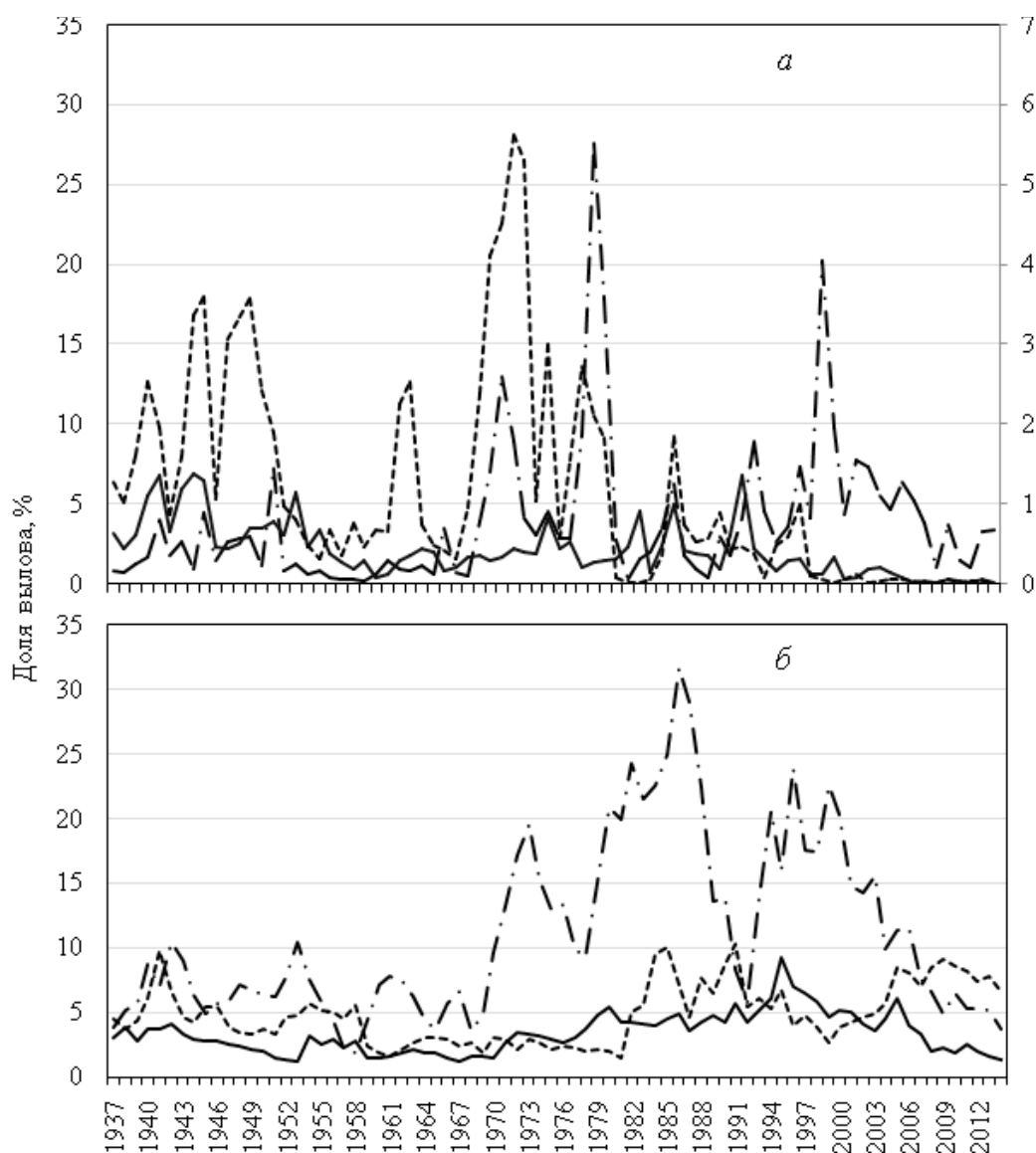
Рис. 1. Вылов муксуна (---) и нельмы (—) в р. Обь в пределах Томской области в разные годы.

количественном уровне. Интересно отметить, что нагульные и зимовальные акватории сигов нижней и средней Оби в значительной степени совпадают, а поскольку кормовая база водных объектов за рассматриваемый период не претерпела существенных изменений, то определенные преимущества в увеличении численности получили нижеобские сиви. Все это отчетливо прослеживается при рассмотрении второго блока вопросов, связанного с анализом естественного соотношения видов в промысловой части ихтиоценоза. Данный аспект неплохо анализируется при рассмотрении изменений доли того или иного вида после строительства Новосибирской ГЭС (1959 г.). С утратой части нерестилищ доля вылова среднеобских популяций сигов в пределах Томской области заметно снизилась, а нижеобских, наоборот, возросла (рис. 2). Оба процесса взаимосвязаны, поскольку средне- и нижеобские популяции в значительной мере имеют общие нагульные акватории.

Так, средний условный оптимум биомассы чира в нижней Оби увеличился с 1–2 до 2–4%, пеляди — с 3–5 до 5–15%, сига-пыжьяна — с 3–5 до 5–7%. Причем чем более короткоцикловым являлся вид и чем более низкое трофическое звено он использовал в пищу, тем быстрее вид увеличивал свою численность. В итоге вне конкуренции оказалась пелядь, за ней следовали бентофаги чир и сига-пыжьян. Следует заметить, что места

нагула последних двух видов не совпадают. Чир в массе нагуливается в озерах и пойменно-соровой системе, а сига-пыжьян — в реках и протоках. Таким образом, увеличение численности нижеобской популяции пеляди имело естественную природу и было связано с освоением освободившегося кормового ресурса. Причем на увеличении поголовья пеляди могли сказаться и работы по ее искусственному воспроизводству, которые активно проводились в 1980-х гг. (Мухачев, 1989). В эти же годы вылов муксуна находился на сравнительно высоком уровне — в пределах 1,2 тыс. т, и увеличение нижеобской популяции пеляди существенно не сказывалось на его численности. Отмеченное последующее сокращение популяций муксуна и нельмы произошло исключительно из-за возросшей промысловой нагрузки на фоне ухудшившихся условий естественного воспроизводства.

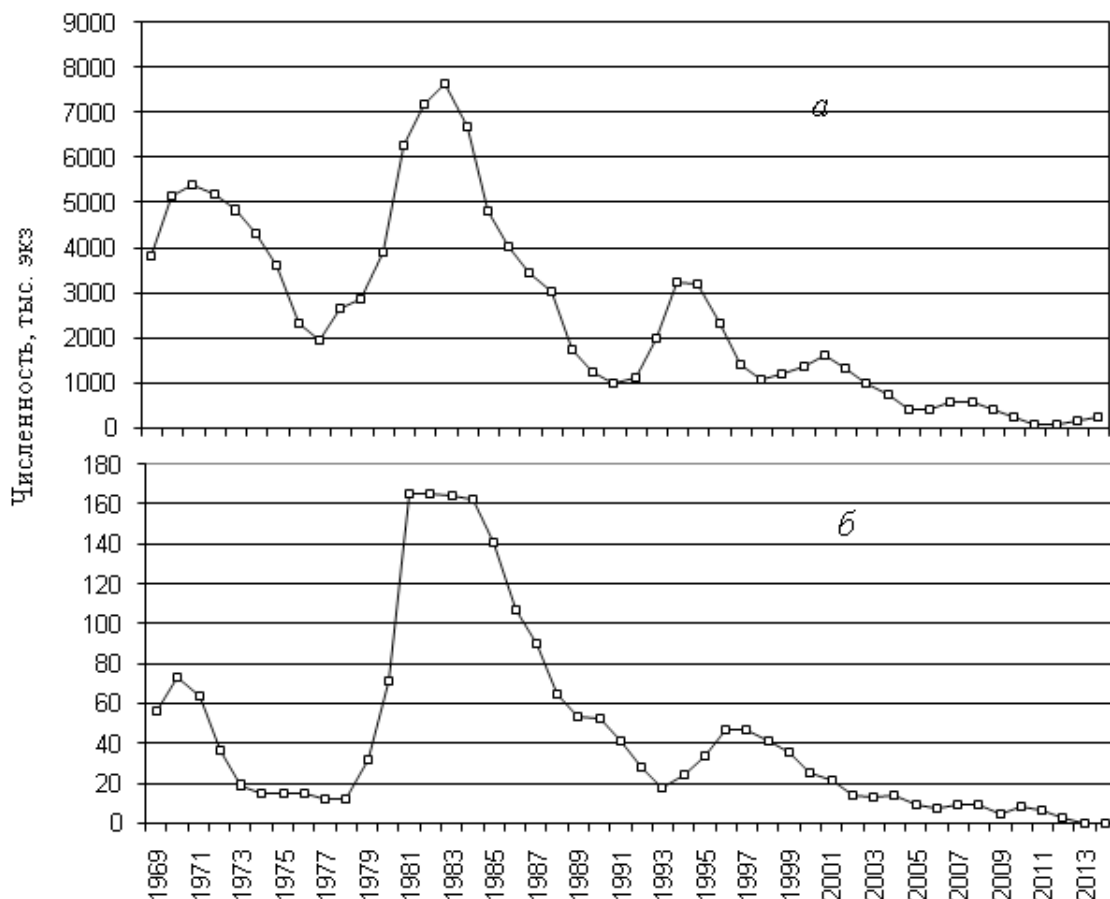
Рассмотрев первые два блока вопросов, связанные с выяснением причин сокращения запасов и с анализом произошедших изменений в ихтиоценозе, можно перейти непосредственно к определению приемной емкости. Самый простой путь — это сопоставление современных показателей емкости среды с существующим уровнем естественного воспроизводства анализируемых популяций. При этом эталонные годы емкости среды для разных видов желательнее брать за близкий исторический период.



**Рис. 2.** Доля вылова популяций сига в общем улове в Томской (а) и Тюменской (б) областях в разные годы: а — пелядь (····); нельма (—) и муксун (---) — по оси ординат справа; б — пелядь (····), чир (—), сиг-пыжьян (---).

Поскольку условия обитания и размножения видов ежегодно меняются, то величина экосистемной биотической емкости также непостоянна. Как было ранее показано, для всех сига свойственны определенные волны жизни, выражающиеся в появлении разных по урожайности поколений и проявляющиеся в сравнительно устойчивой цикличности (Матковский, 2006б, в; 2009; Матковский, Крохалевский, 2010). Данная цикличность обусловлена биологией видов и естественным откликом популяций на усло-

вия обитания и размножения. В случае нарушения структуры нерестового запаса, например в результате чрезмерного промыслового изъятия или иных воздействующих факторов, данный естественный ритм нарушается, и популяция начинает функционировать на более низком количественном уровне. При этом фаза цикла сокращается, так как снижается не только численность производителей, но и их средние размеры, плодовитость и возраст. В этом отношении наиболее ярким примером служат популяции муксуна и нельмы (рис. 3).



**Рис. 3.** Динамика численности отдельных одновозрастных групп сигов в разные годы: а — восьмигодовалых особей муксуна, б — десятигодовалых особей нельмы.

Существующие естественные циклические изменения урожайности поколений рекомендуется учитывать при определении биотической и приемной емкости. Ранее отдельные методические аспекты такого подхода уже излагались (Матковский, 2006г). Однако эти рекомендации не были ориентированы на конкретный весовой норматив посадочного материала. Поэтому важным является определение приемной емкости не только с учетом существующих требований к посадочному материалу, но и возможность всегда выполнить пересчет на молодь любого размера. Для этого необходимы сведения по росту и выживаемости молоди. Знание скорости роста позволяет определить возраст достижения молодью нормативных масс, а знание выживаемости — численность.

Для определения возраста молоди можно использовать даты вылупления ли-

чинок. А для построения кривых выживания как минимум необходимо иметь сведения о фонде отложенной икры, численности личинок и годовиков.

Фонд отложенной икры рассчитывается исходя из численности нерестового стада, соотношения полов, доли самок, участвующих в нересте, размерного состава рыб и их плодовитости. Численность личинок устанавливается по учетным съемкам, а численность годовиков — любым доступным способом как по результатам абсолютных учетов, так и по результатам моделирования.

Поскольку кривые выживаемости строятся с учетом сведений о фонде отложенной икры, то важно учитывать продолжительность развития икры на нерестилищах. Построенные таким образом зависимости позволяют определить численность молоди

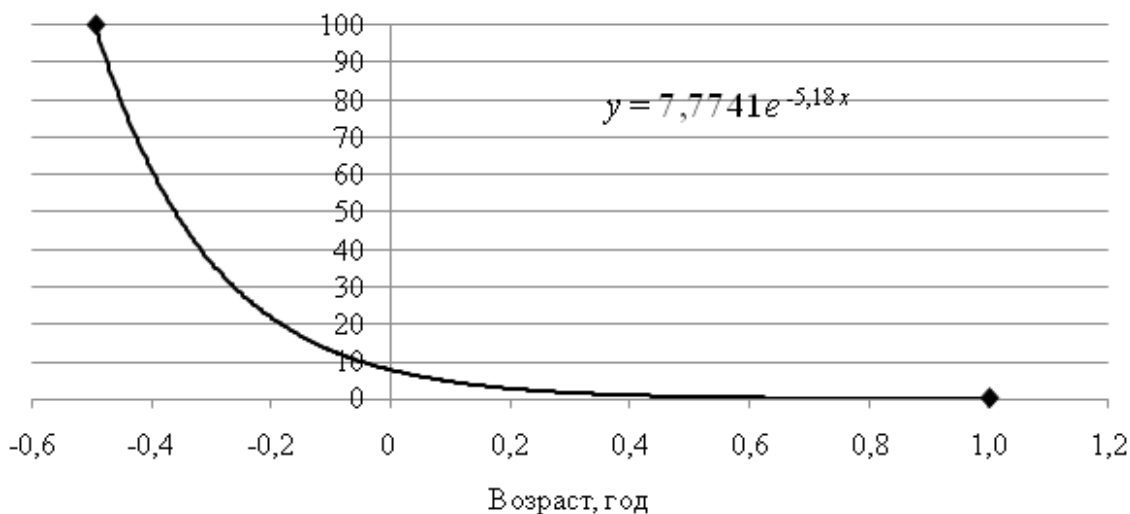


Рис. 4. Выживаемость пеляди нижней Оби от выметанной икры, %.

интересующего возраста, а следовательно, и средней массы. Необходимо отметить, что для сиговых, имеющих сравнительно продолжительный период эмбриогенеза (Москаленко, 1958; Богданов, 2006б; Сергиенко, 2015; Матковский и др., 2016), допустимо использование экспоненциальной зависимости для построения кривой выживаемости от икры до годовиков. По крайней мере, это было проверено на пеляди, нерестящейся в р. Северная Сосьва (Ханты-Мансийский автономный округ). Здесь ежегодно сотрудниками Госрыбцентра проводятся наблюдения за нерестовой миграцией сигов, а ИЭРиЖ УрО РАН — за скатом личинок (Богданов, 2006а, 2008). Результаты многолетнего мониторинга свидетельствуют о том, что выживаемость от выметанной икры до личинки варьирует в пределах 0,7–27,0%, составляя в среднем 9,86%. Построенная экспоненциальная зависимость для пеляди средней Оби в целом также дает близкую оценку выживаемости, равную 9,91%, а для пеляди нижней Оби — немного ниже: 7,77% (рис. 4).

Сравнительно низкие значения выживаемости личинок объясняются длительным эмбриогенезом и воздействием различных природных факторов. Первоначальный отход икры обусловлен сравнительно низким оплодотворением (70–80%) (Иванчинов,

1935; Юхнева 1967). Кроме того, значительная часть икры выедается беспозвоночными (Юхнева, 1967). Так, доля учтенной в дрефте погибшей икры в разные годы варьирует в пределах 7,1–40,5% от расчетного фонда икры (Богданов, 1990). Решетников и Богданов (2011) приводят среднюю величину выживаемости икры на нерестилищах в пределах 20–30%, отмечается три типа выживания, имеющих разную динамику. Рассматриваемая зависимость для пеляди как раз соответствует третьему типу, когда средняя выживаемость от выметанной икры до стадии покатной личинки составляет порядка 10%. Однако такая выживаемость считается авторами нехарактерной. Тем не менее следует отметить, что схожая выживаемость в пределах 12,7% встречается и у селенгинской популяции омуля (Базов, 2016). Выживаемость икры на большинстве естественных нерестилищ в пределах 20–30%, по-видимому, вполне реальна. Тем не менее если рассматривать популяцию в целом, то далеко не вся выметанная икра попадает в идеальные для развития и выживаемости условия. Поэтому, когда используются цифры по всему нерестовому стаду и фактическому скату личинок, мы получаем более низкие значения выживаемости.

На основе полученной зависимости (рис. 4) можно определить среднее значение

коэффициента выживаемости от икры для любого возраста молоди в первый год жизни. Поскольку выживаемость в каждом году различна, то желательно среднее значение этого коэффициента скорректировать на особенностях года. Такую корректировку можно выполнить исходя из фонда отложенной икры и численности годовиков:

$$k_i = \frac{S_i}{S_{\text{ср.}}} \quad (1)$$

где  $k_i$  — корректирующий коэффициент для года  $i$ ,  $S_i$  — выживаемость от икры до годовиков в год  $i$ ,  $S_{\text{ср.}}$  — средний коэффициент выживаемости годовиков.

Используя корректирующий коэффициент, можно рассчитать коэффициент выживания для разновозрастной молоди:

$$S_{j,i} = S_{\text{ср.},j} k_i \quad (2)$$

где  $S_{j,i}$  — коэффициент выживания молоди возраста  $j$  в год  $i$ ,  $S_{\text{ср.},j}$  — средний коэффициент выживания молоди возраста  $j$ .

Соответственно численность разновозрастной молоди рассчитывается как

$$n_{j,i} = f_{i-1} S_{j,i} \quad (3)$$

где  $n_{j,i}$  — численность молоди возраста  $j$  в год  $i$ , экз.,  $f_{i-1}$  — фонд отложенной икры в год  $i - 1$ , экз.

Фонд отложенной икры взят со сменением на один год в силу осеннего нереста сигов. Рассчитав численность молоди за анализируемый год, можно определить, на сколько полученное значение отличается от эталонного года, соответствующего естественному циклу урожайности поколений. По сути, разница между этими показателями отражает современный дефицит молоди, или приемную емкость. Такая оценка является предварительной, и ее необходимо подтвердить анализом современного состояния водной экосистемы и произошедших в ней изменений. Как правило, за сравнимые периоды лет происходят серьезные

перестройки в ихтиоценозе, и более ценная ихтиофауна замещается различными частиковыми видами рыб. Несмотря на то что в экосистеме свободных трофических уровней практически не существует, тем не менее в случае подтверждения, что условия обитания восстанавливаемых видов рыб существенно не изменились, расчетная величина может служить хорошим ориентиром для предстоящих объемов рыбоводных работ. При этом не беда, что пищевые ниши заняты, так как восстанавливаемые популяции часто имеют ряд адаптивных преимуществ перед антропогенно измененным комплексом видов. Например, сиговый арктически-пресноводный комплекс в северных районах Обь-Иртышского бассейна более приспособлен к данным условиям обитания, чем бореально-равнинные виды. Кроме того, мелиоративные работы по качественному изменению состава ихтиоценоза никто не отменял (Руденко, 2015). Поскольку причины сокращения популяций ценной промысловой ихтиофауны, как правило, носят антропогенный характер, то путем улучшения среды обитания, снижения промысловой нагрузки и других мер можно восстановить их численность. Однако данный процесс затратный и небыстрый. Длительность восстановления связана не только с конкуренцией за пищевые и другие жизненные ресурсы, но и с тем, что в целом для экосистемы свойственна невысокая скорость оборота биомассы (Алимов, 2001). Создаваемая новая продукция должна быть сопоставима с существующей, а поскольку последняя принадлежит иной группе видов, то процесс восстановления будет идти крайне медленно. Именно поэтому в период восстановления популяций мелиоративный промысел должен быть усилен.

В настоящее время состояние большинства популяций сигов Обь-Иртышского бассейна далеко от оптимума, что выражается в значительном отклонении современной численности потомства от выбранной эталонной величины (рис. 5).

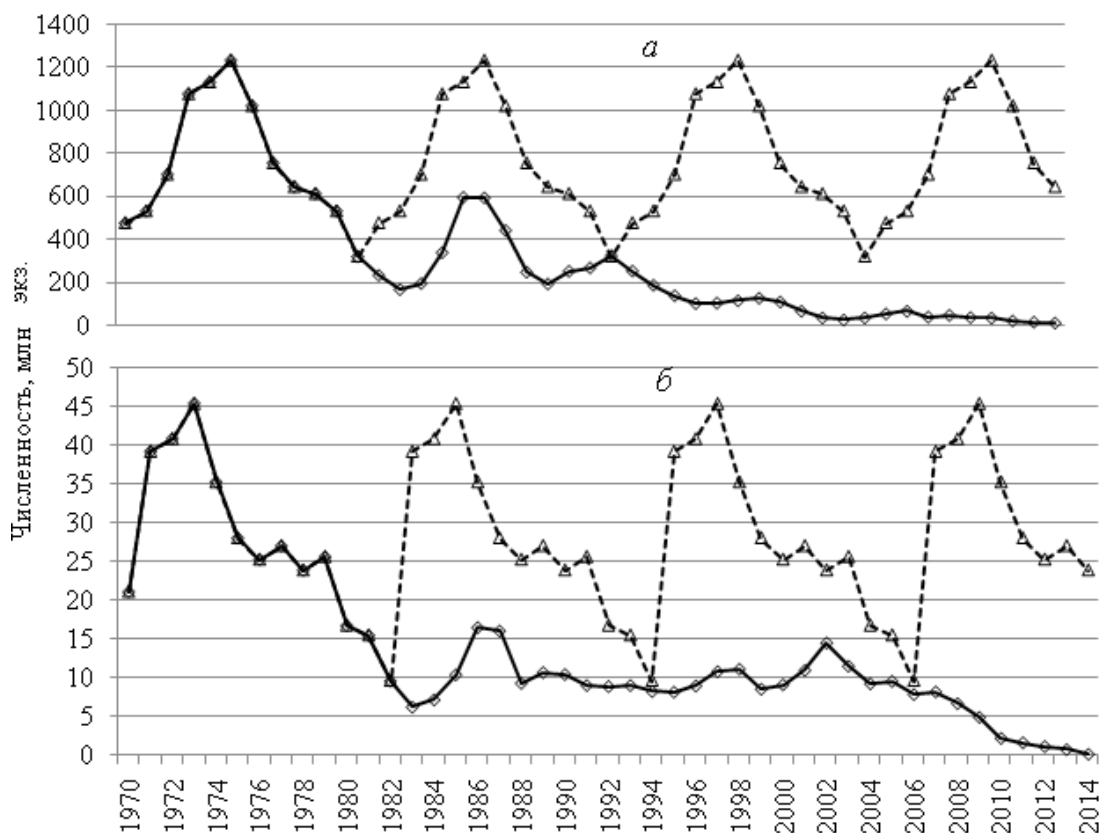


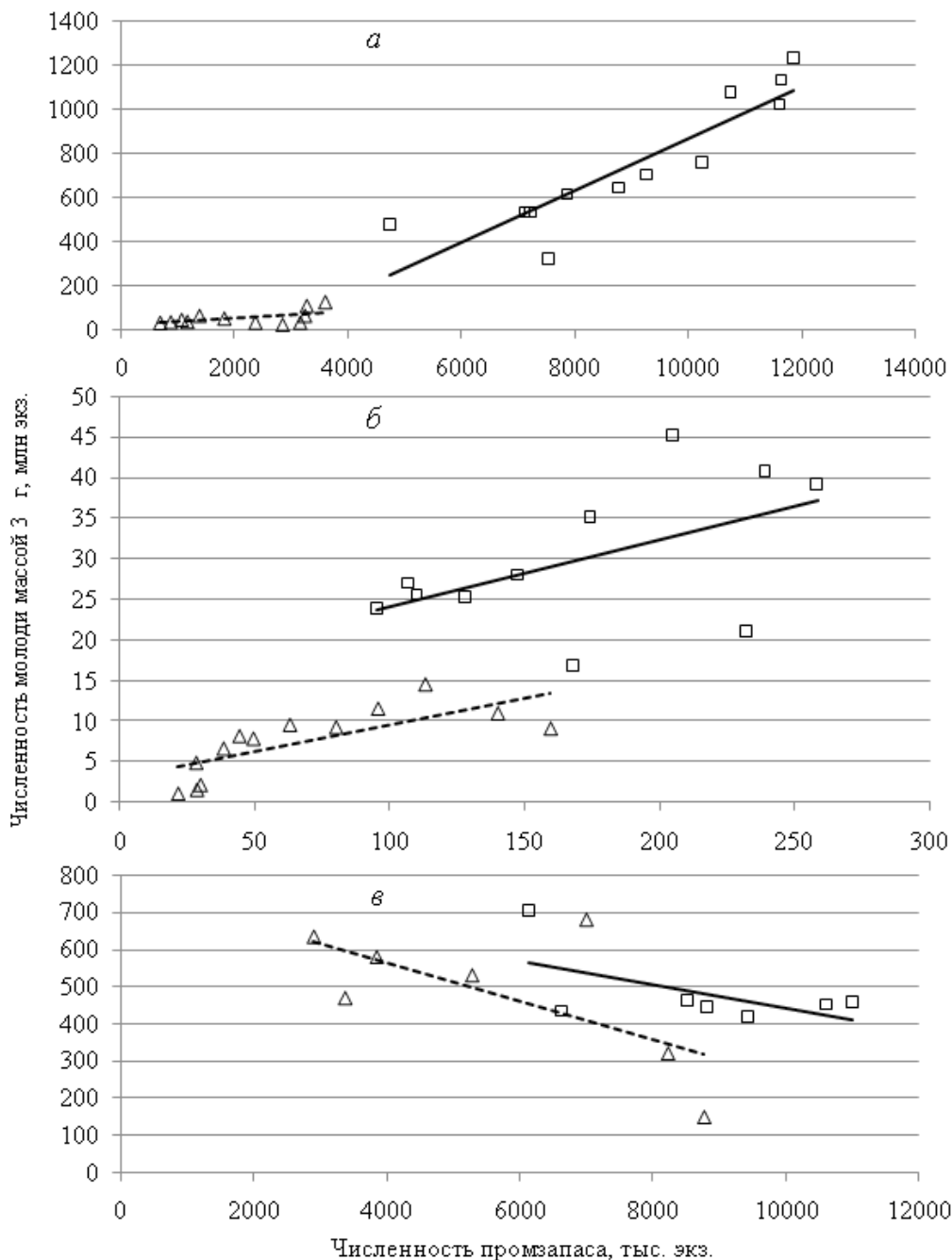
Рис. 5. Оптимальная (---▲---) и фактическая (—◆—) численность молоди сиговых средней массой 3,0 г в разные годы: а — муксун; б — нельма.

Так, с начала 2000-х гг. для восстановления популяции муксуна до уровня 1970-х гг. необходим ежегодный выпуск молоди массой 1,5 г (согласно приказу Минсельхоза №25 от 30.01.2015 г.) в зависимости от фазы цикла в объемах от 344 до 1448 млн экз., нельмы — от 4 до 53 млн экз., чира — от 0 до 1504 млн экз., нижеобской пеляди — от 1600 до 6869 млн экз., сига-пыжьяна — от 0 до 385 млн экз. Причем эти оценки занижены, поскольку при расчете численности популяций в полном объеме не учитывалась убыль от браконьерского вылова. Тем не менее полученные цифры весьма внушительны. Не случайно еще в 1970-х гг., когда запасы сигов находились в относительно благополучном состоянии, ставился вопрос о необходимости выпуска миллионов экземпляров подрощенной молоди муксуна в магистраль Оби для поддержания высокого уровня промыслового изъятия (Салазкин и др., 1977). К сожалению, в последнее де-

сятилетие искусственное воспроизводство сигов только сокращалось, а промысловое воздействие, наоборот, усиливалось.

Выполненные расчеты позволяют не только определить современный дефицит молоди, но и сделать прогноз на ближайшую перспективу. Для этого необходимо воспользоваться построением различных зависимостей, отражающих связь численности потомства от различных факторов. Как известно, численность будущих поколений сигов тесно связана не только с численностью родительского стада, но и с условиями их нагула, предшествующих нересту (Крохалевский, 1983). Важная роль в этом отводится гидрологическому режиму, обуславливающему продолжительность нагула рыб, генеративный рост, накопление необходимых для совершения миграций энергетических веществ, успешность ската личинок и другие условия (Замятин, 1977; Богданов, Агафонов, 2001; Matkovskiy, 2014).





**Рис. 6.** Зависимости численности потомства от численности промыслового запаса за разные периоды лет: а — муксун, 1970–1981 гг. (□), 2000–2011 гг. (Δ); б — нельма, 1970–1980 гг. (□), 2000–2012 гг. (Δ); в — сиг-пыжьян, 1981–1987 гг. (□), 2001–2007 гг. (Δ).

Самый простой способ прогнозирования дефицита молоди — это построение зависимости между численностью родительского стада и потомства. Следует отметить, что для подобных зависимостей не всегда прослеживается прямая связь между численностью родителей и потомства. В периоды благопо-

лучного состояния запасов зависимость носит обратный характер, и численность новых поколений определяется иной совокупностью факторов. Наиболее контрастно это прослеживается на примере муксуна, нельмы и сига-пыжьяна (рис. 6). Последний вид в отличие от муксуна и нельмы всегда испытывал

Коэффициенты промыслового возврата отдельных видов сиговых рыб Обь-Иртышского рыбохозяйственного района, %

| Вид        | Водный объект, участок | Икра   | Личинки | Масса молоди, г |       |       | Годовики |
|------------|------------------------|--------|---------|-----------------|-------|-------|----------|
|            |                        |        |         | 0,5             | 1,5   | 3,0   |          |
| Нельма     | Р. Обь                 | 0,0054 | 0,077   | 0,136           | 0,171 | 0,207 | 16,07    |
| Муксун     | То же                  | 0,0036 | 0,051   | 0,090           | 0,114 | 0,137 | 9,93     |
| Чир        | >                      | 0,0068 | 0,069   | 0,103           | 0,128 | 0,152 | 13,54    |
|            | Р. Таз                 | 0,0041 | 0,046   | 0,069           | 0,087 | 0,104 | 10,99    |
| Сиг-пыжьян | Р. Обь                 | 0,0054 | 0,097   | 0,154           | 0,194 | 0,241 | 13,94    |
| Пелядь     | Нижняя Обь             | 0,0072 | 0,091   | 0,153           | 0,181 | 0,212 | 16,08    |
|            | Средняя Обь            | 0,0180 | 0,178   | 0,287           | 0,335 | 0,386 | 19,37    |

меньшее воздействие промысла. Общим для всех полупроходных сигов Обского бассейна является то, что чем выше промысловое воздействие на популяцию и чем ниже численность последней, тем более выражена связь родители—потомство. Результаты свидетельствуют, что популяции муксуна и нельмы за рассматриваемые периоды лет постоянно испытывали высокую промысловую нагрузку и их численность в значительной мере определялась численностью родительского стада. Поэтому восстановление данных популяций невозможно без значительного увеличения нерестового поголовья.

Рассмотренный способ определения приемной емкости позволяет выбрать наиболее предпочтительный вариант проведения восстановительных мероприятий. Кроме того, он позволяет уточнить коэффициенты промыслового возврата и в первом приближении оценить эффективность зарыбления разновозрастным посадочным материалом. Так, с точки зрения минимизации затрат при отсутствии в Обском бассейне необходимых воспроизводительных мощностей наиболее оптимальным вариантом является зарыбление водоемов подрощенной личинкой, поскольку смертность за период эмбриогенеза в естественных условиях существенно выше, чем при рыбоводном процессе, а выращивание молоди до массы 1,5 г, как свидетель-

ствуют расчеты, не приведет к многократному увеличению промыслового возврата (таблица).

Сравнительно высокий эффект в промысловом возврате имеется от молоди годовалого возраста. Однако не факт, что он будет получен от заводской молоди, поскольку она совершенно не адаптирована к условиям естественной среды (Касимов, 1980; Шустов и др., 1980; Никоноров, Витвицкая, 1993). Всего скорее ее выживаемость будет существенно ниже естественной. Выращивание крупного посадочного материала целесообразно лишь в случае, когда получение рыбоводной икры весьма ограничено и приоритет отдается не экономической, а природной составляющей, а именно восстановлению популяции любой ценой. С этой целью молодь должна выращиваться в условиях, максимально приближенных к естественным, для формирования необходимых поведенческих навыков. К таким объектам в Обь-Иртышском бассейне прежде всего относятся сибирский осетр, стерлядь, муксун и нельма. Популяции же пеляди, чира, сига-пыжьяна в настоящее время при отсутствии многочисленных маточных стад можно восстановить и поддерживать на высоком уровне за счет естественных нерестовых популяций путем сбора икры и массового выпуска выдержанной личинки в пойменную

систему родных рек. При этом особая роль должна отводиться сохранению генетического разнообразия (Зиничев и др., 2012). Весьма перспективным направлением является использование экологического способа сбора икры (Дзюменко, Семенченко, 1987; Семенченко, 2010), позволяющего получить потомство от большого количества производителей. Выпуск личинок сиговых в специально подготовленные пойменные водоемы родных рек гарантирует сохранение естественных популяций и приобретение особями необходимых навыков в поисках пищи, избегании хищников, стайного поведения и последующего хоминга.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя черту, отметим, что в статье рассмотрены лишь наиболее общие положения одного из способов определения приемной емкости. О его преимуществах и недостатках можно будет судить лишь при сравнении с другими подходами и апробацией получаемых результатов, а также оценивая, насколько определенные объемы искусственного воспроизводства в реальности обеспечены существующей кормовой базой, местами зимовки и иными необходимыми условиями для функционирования популяций. Однако уже сейчас ясно, что поскольку любой вид является частью экосистемы, то все процессы по его восстановлению также должны быть неразрывно с ней связаны. Рассмотренный подход в значительной мере упрощает анализ весьма сложных процессов, существующих в водных экосистемах. Данный факт достигается тем, что используется ретроспективный анализ количественных изменений в популяции, находящейся под влиянием всего многообразия факторов. Задача исследователя сводится лишь к анализу: насколько изменились условия обитания и насколько верно выбраны те или иные целевые ориентиры для восстановления популяции. При этом особая роль отводится выяснению существующих закономерностей

в динамике численности рыб и факторам, ее определяющим.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2001. 147 с.
- Базов А.В. Экология воспроизводства селенгинской популяции байкальского омуля: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2016. 24 с.
- Богданов В.Д. Выживание, фонд икры и численность пеляди на нерестилищах р. Маньи // Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы. Свердловск: Урал. рабочий, 1990. С. 205–209.
- Богданов В.Д. Особенности ската личинок сиговых рыб при длительном миграционном пути // Науч. вестн. 2006а. Вып. 1 (38). Биоты Ямала и проблемы региональной экологии. С. 85–90.
- Богданов В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби // Там же. 2006б. Вып. 6 (2) (43). С. 3–17.
- Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Рыбоводство и рыб. хоз-во. 2008. № 9. С. 33–37.
- Богданов В.Д., Агафонов Л.И. Влияние гидрологических условий поймы Нижней Оби на воспроизводство сиговых рыб // Экология. №1. 2001. С. 50–56.
- Васнецов В.В. Рост рыб как адаптация // Бюл. МОИП. 1947. Т. 52. Вып. 1. С. 23–34.
- Винберг Г.Г., Алимов А.Ф., Уминов А.А., Норенко Д.С. Продуктивность и рациональное использование озер Еравно-Харгинской системы // Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности. Л.: Наука, 1986. С. 212–219.
- Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
- Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях // Рыб. хоз-во. 1987. № 6. С. 44–46.

- Замятин В.А. Влияние гидрологического режима на рыбные запасы р. Оби // Тр. Обь-Тазов. отд. СибрыбНИИпроект. 1977. Т. 4. С. 76–83.
- Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей. М.: Изд-во ВНИРО, 2012. 240 с.
- Иванчинов В.Г. Река Щучья. Биология и промысел обской сельди (*Coregonus sardinella* Val.). Т. 1. Вып. 2. Тобольск: Изд-во Обско-Тазов. науч. рыбхоз. ст. ВНИРО, 1935. 139 с.
- Касимов Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения дикой и заводской молоди осетровых в раннем онтогенезе. Баку: Элм, 1980. 135 с.
- Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. 309 с.
- Краснопер Е.В. Оценка точности при определении пищевых потребностей рыб расчетным методом // Тр. ИБВВ. 1982. Вып. 49(52). С. 24–42.
- Крохалевский В.Р. Половое созревание и периодичность нереста Обской пеляди // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 93–110.
- Матковский А.К. Апробация метода восстановленного запаса рыб по тесту ИКЕС и совершенствование метода для определения численности пополнения // Вопр. рыболовства. 2006а. Т. 7. №2(26). С. 332–342.
- Матковский А.К. Основные закономерности динамики численности муксуна *Coregonus tuksun* р. Обь и их использование для управления его запасом // Там же. 2006б. Т. 7. №3(27). С. 505–521.
- Матковский А.К. Изучение динамики численности нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) Обь-Иртышского бассейна // Там же. 2006в. Т. 7. №4(28). С. 568–583.
- Матковский А.К. Определение объемов искусственного воспроизводства ценных видов рыб на примере популяций Обского бассейна // Рыб. хоз-во. 2006г. №5. С. 75–77.
- Матковский А.К. Изучение особенностей формирования запасов и динамики численности обского чира (*Coregonus nasus* Pallas) // Вопр. рыболовства. 2009. Т. 10. №2 (38). С. 326–341.
- Матковский А.К. Определение смертности и численности рыб с использованием стандартизированного улова, данных по селективности и интенсивности промысла // Вестн. рыбохоз. науки. 2014. Т. 1. № 4(4). С. 35–68.
- Матковский А.К., Крохалевский В.Р. Изучение закономерности изменений численности пеляди (*Coregonus peled*) бассейна реки Оби // Там же. 2010. № 2(42). С. 280–299.
- Матковский А.К., Семенченко С.М., Степанов С.И. и др. Изучение нерестилищ сиговых рыб (*Coregonidae*) в Обской губе // Там же. 2016. Т. 3. № 2(10). С. 39–68.
- Мельниченко И.П., Богданов В.Д. Современное состояние нерестового стада пеляди р. Северной Сосьвы // Науч. вестн. 2006. Вып. 6 (2) (43). С. 24–27.
- Мельничук Г.П. Применение ихтиотрофологических данных для расчета норм посадки рыб в озера на товарное выращивание // Тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 158. С. 3–8.
- Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазов. отд. ВНИОРХ. 1958. Т. 1. 252 с.
- Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири (Биологические основы промышленной эксплуатации и воспроизводства сырьевых запасов). М.: Пищ. пром-сть, 1971. 184 с.
- Мухачев И.С. Рыбоводство и состояние промысла // Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) (Pisces: Coregonidae). М.: Наука, 1989. С. 231–238.
- Никольский Г.В. О теоретических основах работ по динамике численности рыб // Тр. Всесоюз. конф. по вопросам рыб. хоз-ва. М., 1951. С. 24–25.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Наука, 1965. 382 с.

Никоноров С.И., Витвицкая Л.В. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. М.: Наука, 1993. 254 с.

Поддубный А.Г., Баканов А.И. О количественной оценке выедания бентоса рыбами // Вопр. ихтиологии. 1980. Т. 20. Вып. 6 (125). С. 888–896.

Решетников Ю.С., Богданов В.Д. Особенности воспроизводства сиговых рыб // Там же. 2011. Т. 51. № 4. С. 502–525.

Руденко Г.П. Способ определения общего допустимого улова рыбы и влияние интенсивности промысла на продукционные показатели популяции рыб (методическое руководство). СПб.: ГосНИОРХ, 2015. 34 с.

Салазкин А.А., Шлыкова Л.П., Устеленцева Э.П. Экспериментальные работы по подращиванию личинок муксуна // Тр. Обь-Тазов. отд. СибрыбНИИпроект. 1977. Т. 4. С. 109–112.

Селюков А.Г. Репродуктивная система сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) как индикатор состояния экосистемы Оби. 1. Половые циклы пеляди *Coregonus peled* // Вопр. ихтиологии. 2002а. Т. 42. №1. С. 85–92.

Селюков А.Г. Репродуктивная система сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) как индикатор состояния экосистемы Оби. 2. Половые циклы муксуна *Coregonus muksun* // Там же. 2002б. Т. 42. №2. С. 225–235.

Семенченко С.М. Итоги внедрения экологического метода сбора икры сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне // Матер. VII Междунар. науч.-произв. совещ. «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб». Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 254–261.

Сергиенко Л.Л. Сибирская ряпушка как объект рыбоводства // Вестн. рыбохоз. науки. 2015. Т. 2 №1 (5). С. 69–77.

Шеффер М.Б. Некоторые вопросы динамики популяции и регулирования промышленного рыболовства. М.: ВНИРО, 1958. 38 с.

Шибяев С.В., Шибяев Л.В. К методике оценки приемной емкости и промыслового возврата при искусственном воспроизводстве сига (*Coregonus lavaretus* L.) Куршского залива // Вестн. рыбохоз. науки. 2016. Т. 3. № 2(10). С. 4–17.

Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Смирнов Ю.А. О сроках адаптации заводской молоди к речным условиям // Вопр. ихтиологии. 1980. Т. 20. Вып. 4 (123). С. 758–761.

Юхнева В.С. Наблюдения за нерестом и развитием икры сиговых рыб на реке Сыня // Озерное и прудовое хозяйства в Сибири и на Урале. Тюмень: Изд-во СибНИИРХ, 1967. С. 190–199.

Matkovskiy A.K. The influence of the hydrological regime on populations of whitefish in the Ob basin // 12 th International Symposium on the biology and management of coregonid fishes. Irkutsk, Listvyancka, 2014. P. 50.

## ONE OF THE METHODS TO DETERMINE VITAL RECEPTION CAPACITY OF WATER OBJECTS OB-IRTYSH BASIN

© 2017 y. A.K. Matkovskiy

State Scientific-and-Production Centre for Fisheries, Tyumen, 625023

One of the methods of determining vital reception capacity of water bodies is discussed in the article. It is proposed to use the retrospective analysis of dynamics of fish quantity, the existing regularity in fluctuation of the same age generations as well as ongoing changes in habitat and reproduction. *Keywords:* environment capacity, vital reception capacity, restoration of biological resources, the lack of fingerlings.