

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

***ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
(ФГБНУ «ВНИРО»)***

**МАТЕРИАЛЫ, ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В
РАНЕЕ УСТАНОВЛЕННЫЕ ОБЪЕМЫ ОБЩИХ ДОПУСТИМЫХ
УЛОВОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ
(С ВПАДАЮЩИМИ В НЕГО РЕКАМИ) НА 2024 ГОД
(с оценкой воздействия на окружающую среду)**

Разработан: ФГБНУ «ВНИРО»

**Заместитель Председателя
Отраслевого совета по
промысловому
прогнозированию,
директор ФГБНУ «ВНИРО»**

К.В. Колончин

_____ 2024 г.

ВВЕДЕНИЕ

Представленные к экспертизе материалы ОДУ водных биологических ресурсов озера Байкал (байкальский омуль, сиг, хариус, байкальская нерпа) подготовлены в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: Постановление Правительства Российской Федерации от 25 июня 2009 г. № 531 «Об определении и утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов и его изменении» и Приказ Федерального агентства по рыболовству (МСХ РФ) от 6 февраля 2015 г. № 104 «О предоставлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменений».

В соответствии с приказом Росрыболовства от 29 ноября 2023 года № 668 квота добычи (вылова) омуля байкальского в оз. Байкал (с впадающими в него реками) на территории Республики Бурятия в целях аквакультуры (рыбоводства) составляет 75,47 тонн. Вместе с тем, паспортом федерального проекта «Сохранение озера Байкал» на 2025 год предусмотрено числовое значение показателя «Увеличение количества выпускаемых водных биологических ресурсов» в объеме 908,525 млн шт. Для достижения показателя Росрыболовством 15 августа 2023 г. утверждена программа выполнения работ в области аквакультуры (рыбоводства) по государственному заданию Байкальского филиала ФГБУ «Главрыбвод» на 2024 г. В соответствии с программой под выпуск в 2025 г. 1 млрд шт. личинок байкальского омуля необходимо выделение квоты на добычу (вылов) 167,503 т производителей.

Омуль байкальский (*Coregonus migratorius*)

Байкальский рыбохозяйственный бассейн

Озеро Байкал

Исполнители: А.В. Базов, А.И. Бобков (Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО»)

Куратор: С.Ю. Бражник (ЦИ ФГБНУ «ВНИРО»)

1. Общая характеристика объекта

Байкальский омуль относится к озёрно-речным проходным сиговым рыбам. Нагуливается в озере Байкал, на нерест идёт во впадающие в него реки. Летом омуль держится в поверхностных слоях воды, причём достаточно выражены так называемые «привалы» байкальского омуля в прибрежную зону озера с глубинами до 50 м. Зимой опускается на глубины до 300 м. Воспроизводится байкальский омуль, в основном, в реках Верхняя Ангара, Селенга и Баргузин, а также в речках Посольского сора. Время нереста – октябрь-ноябрь. Икру откладывает на песчано-галечных грунтах. Личинки выклеваются в апреле-мае, молодь скатывается в прибрежно-соровую систему озера, а затем, через некоторое время, выходит в открытый Байкал.

В настоящее время общепризнанно наличие внутривидовой дифференциации байкальского омуля [Смирнов, Шумилов, 1974, Калягин, Майстренко, 1997, Майстренко, Майстренко, 1997, Смирнов и др., 2009]. Байкальский омуль представлен тремя морфоэкологическими группами (далее — МЭГ): пелагической, придонно-глубоководной и прибрежной.

2. Анализ доступного информационного обеспечения

В основе оценки запасов и ОДУ байкальского омуля лежат:

- фондовые материалы по состоянию запасов, собранные Байкальским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («БайкалНИРО») (далее — БайкалНИРО);

- данные промысловой статистики, представленные Ангаро-Байкальским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству;
- данные о деятельности рыбоводных заводов (Большереченского, Селенгинского, Баргузинского) по искусственному воспроизводству байкальского омуля, представленные Байкальским филиалом ФГБУ «Главрыбвод».

В 2023 г. продолжал действовать запрет промышленного рыболовства байкальского омуля в оз. Байкал, установленный приказом Минсельхоза России от 29.08.2017 № 450 «О внесении изменений в правила рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна»). Соответственно, с 2018 по 2023 гг. отсутствует возможность сбора материала на промысле. Биологический материал собирали из уловов, полученных в ходе рыболовства в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (далее — традиционное рыболовство, КМНС), а также рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях (далее — НИР) БайкалНИРО, в т.ч. контрольных уловов закидных неводов, а также траловых уловов, полученных в ходе съемки, проведенной на НИС «Верещагин» Лимнологического института Сибирского отделения Российской Академии Наук (далее — Лин СО РАН).

Сбор ихтиологических материалов по омулю на Байкале проводили в пределах основных мест его нагула, а также на основных нерестовых реках, впадающих в Байкал (учёт численности заходящих производителей и скатывающихся личинок омуля).

В 2023 г. выполнены более 1,5 тыс. ловов ихтиопланктонной сетью при учете покатных личинок омуля; 0,64 тыс. учётных ловов производителей осенью в реках; более 0,15 тыс. контрольных неводных и сетных ловов в местах нагула. Всего выполнен промер 29,1 тыс. особей омуля, на

биологический анализ (с определением возраста) взято 5,1 тыс. экз. (таблица 1).

Таблица 1 – Объём собранного материала, используемого для анализа состояния запасов омуля в озере Байкал, экз.

| Показатель | Годы | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| ПБА | 4706 | 4220 | 3563 | 5340 | 4972 | 3611 | 6634 | 5067 | 4924 | 5067 |
| МП | 31315 | 22088 | 19586 | 21168 | 13301 | 19794 | 27061 | 43306 | 32701 | 29051 |

3. Обоснование выбора методов оценки запаса

До 2017 г., включительно, информационное обеспечение оценки запасов байкальского омуля соответствовало I уровню (в соответствии с приказом Росрыболовства от 06.02.2015 № 104 «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы...») (далее — Приказ 104). Поскольку с 01.10.2017 г. был введён мораторий на промышленный лов байкальского омуля, то с 2018 г. информация из промысловых уловов, используемых в расчётах с применением когортных моделей, отсутствует. В этой связи существует формальная необходимость снижения уровня информационного обеспечения прогноза до третьего уровня. Однако, принимая во внимание тот факт, что методы оценки запасов, относящиеся к III уровню, сильно упрощены и включают в себя множество поверхностных предположений о популяционных свойствах анализируемого объекта, использование «немодельных» методов в данном случае не целесообразно. Поэтому характеристика современного состояния запаса байкальского омуля основана на ретроспективном анализе динамики численности до 2017 г., включительно, и прогнозе состояния запаса с 2018 по 2023 гг.

Для ретроспективного анализа состояния пелагической и прибрежной МЭГ использован вариант модели ПК TISVPA [Васильев, 2006], при котором параметры оценены путём суммирования остатков в сепарабельном представлении промысловой смертности, равном нулю для каждой

возрастной группы и для каждого года. Основными источниками информации о состоянии запаса были данные по возрастному составу уловов и по уловам на усилие. Целевая функция формировалась в виде взвешенной суммы этих двух компонент. В качестве меры близости модельного описания данных по возрастному составу уловов выбрано абсолютное медианное отклонение распределения остатков от их медианного значения. Для индексов численности запаса с возрастной структурой в качестве меры близости модельного описания данных использовали сумму квадратов логарифмических остатков.

В ПК TISVPA для придонно-глубоководной МЭГ использовали версию модели с двухпараметрической аппроксимацией коэффициентов эксплуатации. В качестве метода оценки параметров выбрано обеспечение несмещённости оценок логарифмов численности уловов. Видом компонент целевой функции модели для возрастного состава уловов послужила минимизированная медиана распределения квадратов логарифмических остатков; для данных по уловам на единицу усилия – сумма квадратов логарифмических остатков. Целевая функция сформирована в виде взвешенной суммы описанных выше двух компонент.

Прогноз динамики численности каждой МЭГ выполнен с помощью уравнения Баранова [Баранов, 1918]:

$$N_{x+1,t+1} = N_{x,t} e^{-(F_{x,t} + M)}, \text{ где} \quad (1)$$

F – мгновенный коэффициент промысловой смертности, 1/время;

M – мгновенный коэффициент естественной смертности, 1/время;

x – год наблюдения;

t – возраст, годы.

Начиная с 2018 г. применялась следующая схема расчёта.

Так как после 2017 г. промышленный лов байкальского омуля в Байкале не ведётся, промысловая смертность в расчётах отсутствует.

При оценке мгновенного коэффициента естественной смертности старших возрастных групп исходили из того, что нерестовое стадо

пелагической МЭГ на 100 % состоит из пополнения, повторно нерестящиеся особи встречаются у этой группы единично (первый тип нерестового стада), то есть отнерестившиеся особи в нерестовое стадо больше не возвращаются. Нерестовое стадо прибрежной МЭГ на 25 % состоит из повторно нерестящихся особей (второй тип). Нерестовое стадо придонно-глубоководной МЭГ, изначально относившееся ко второму типу, искусственным образом (путём тотального отлова производителей для рыбоводных целей) переведено в первый тип. Поэтому при расчётах с 2018 г. мгновенные коэффициенты естественной смертности для старших возрастных групп, участвующих в нересте, были скорректированы в соответствии с огивой созревания и приведены в таблице 2.

В качестве терминального возраста для расчёта численности взят возраст рыб, впервые участвующих в промысле (пополнение запаса). Возраст вступления в промысел для прибрежной и пелагической МЭГ – 2 +, для придонно-глубоководной МЭГ – 5 +.

Таблица 2 – Мгновенные коэффициенты естественной смертности байкальского омуля (уточнённые)

| МЭГ | Возраст | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ | 10+ | 11+ | 12+ | 13+ | 14+ | 15+ |
| Прибрежная | 0,42 | 0,30 | 0,24 | 0,37 | 0,52 | 0,58 | 0,63 | 0,63 | 0,70 | 0,95 | 1,00 | - | - | - |
| Пелагическая | 0,40 | 0,30 | 0,24 | 0,21 | 0,21 | 0,47 | 0,73 | 0,82 | 0,91 | 0,95 | 1,00 | - | - | - |
| Придонно-глубоководная | - | - | - | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,30 | 0,48 | 0,73 | 0,86 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 1,00 |

Для сохранения возможности дальнейшего применения многолетней биолого-промысловой информации при прогнозировании состояния запаса байкальского омуля был использован индекс численности, позволяющий восполнить дефицит промысловой информации и связать между собой новые и ранее собранные данные, а именно: для анализа были привлечены многолетние данные по численности покатных личинок из основных нерестовых рек. Величину пополнения запаса рассчитали на основании зависимости численности рыб, впервые участвующих в промысле, от

количества учтённых скатывающихся личинок (численность поколения) за 23 года наблюдений (1995–2017 гг.) и рассчитанных по методу TISVPA отдельно для каждой МЭГ.

За основу построения зависимостей взяты:

- количество скатывающихся личинок из основных нерестовых рек: Верхней Ангары и Кичеры (прибрежная МЭГ), Селенги (пелагическая МЭГ);
- количество личинок, выпущенных Большереченским рыбоводным заводом (придонно-глубоководная МЭГ);
- численность пополнения запаса, рассчитанная по методу TISVPA.

Численность личинок при построении зависимости смещена на возраст вступления генерации в промысел.

Для расчёта пополнения промыслового запаса использована экспоненциальная зависимость. При этом максимальная выживаемость личинок пелагического омуля была задана в размере 2,5 %, прибрежного – 4,0 %, придонно-глубоководного – от 0,5 до 1,4 % в разные периоды промысла (рисунки 1–3).

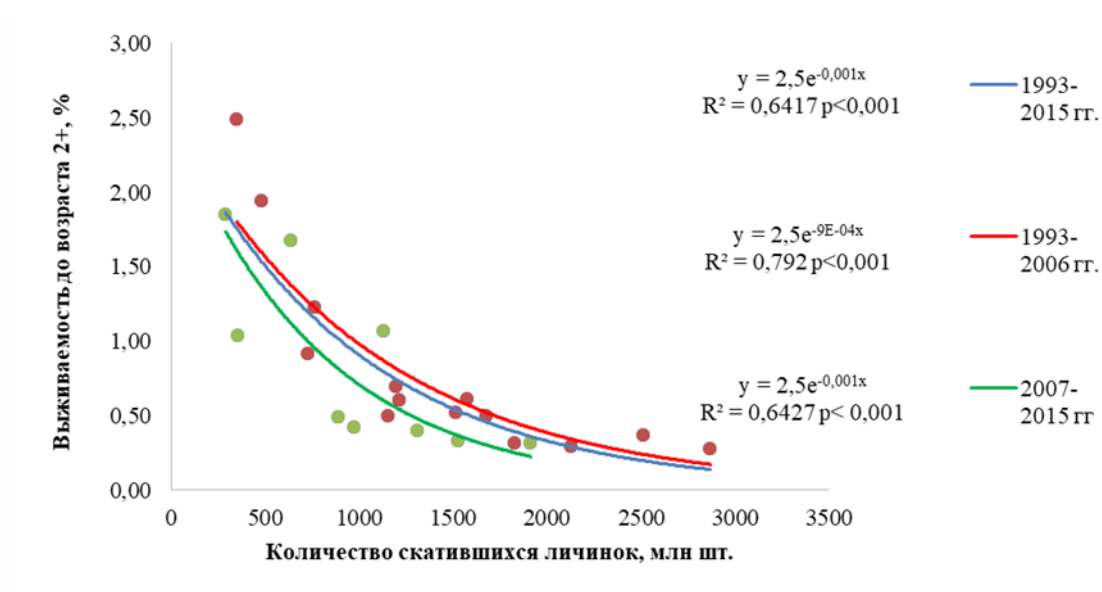


Рисунок 1 – Зависимость выживаемости личинок пелагической МЭГ байкальского омуля до возраста 2+ от численности поколения

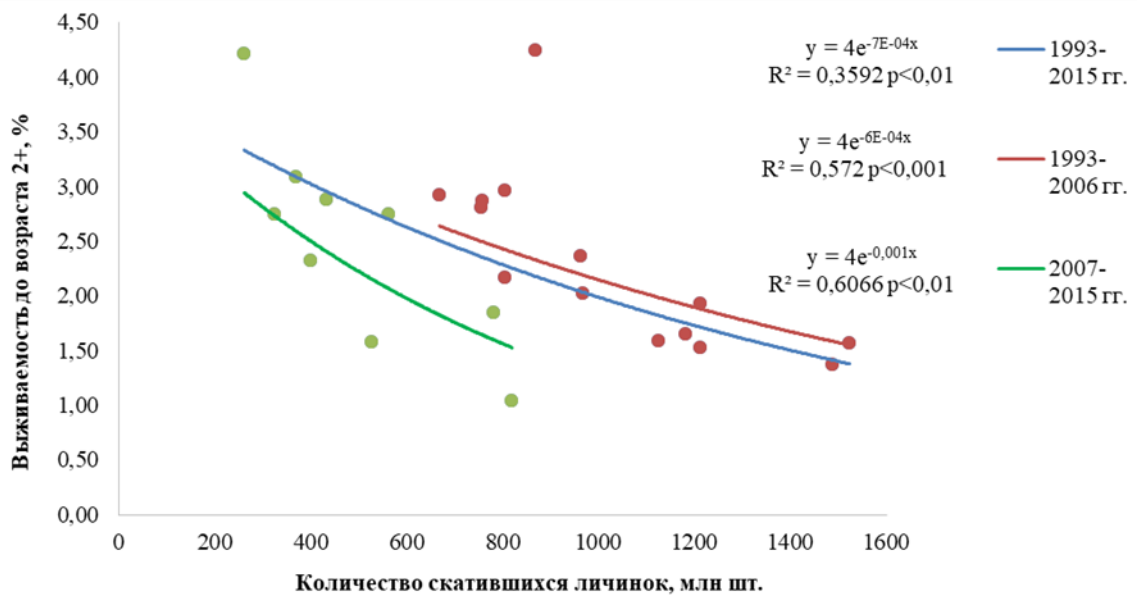


Рисунок 2 – Зависимость выживаемости личинок прибрежной МЭГ байкальского омуля до возраста 2+ от численности поколения

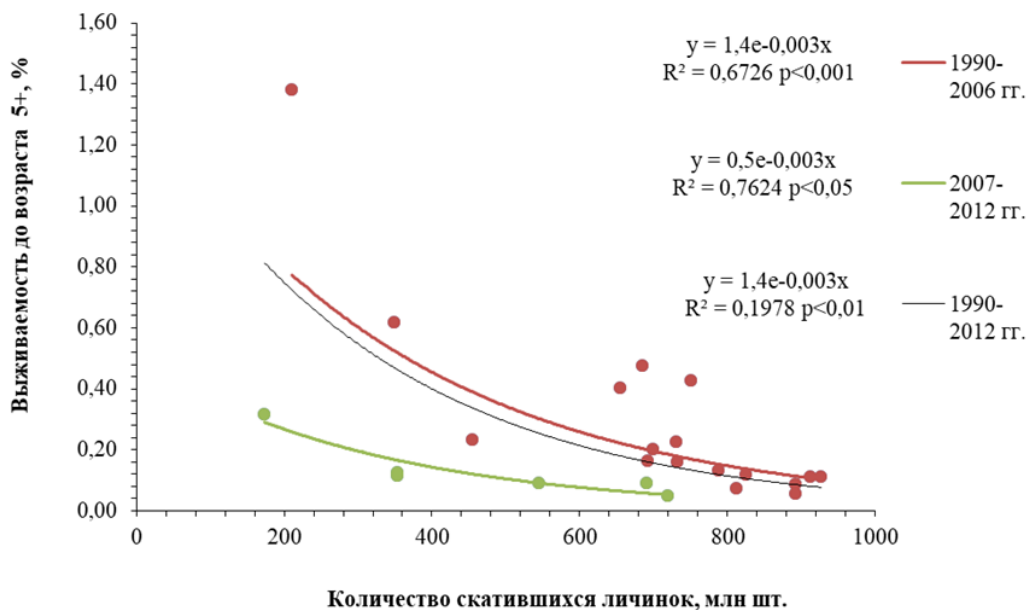


Рисунок 3 – Зависимость выживаемости личинок придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля до возраста 5+ от численности поколения

При расчёте выживаемости использовали следующие зависимости:

$y = 2,5e^{-0,001x}$, $R^2 = 0,6417$, $p < 0,001$ — для пелагической МЭГ байкальского омуля;

$y = 4e^{-7E-04x}$, $R^2 = 0,3592$, $p < 0,01$ — для прибрежной МЭГ байкальского омуля;

$y = 1,4e^{-0,003x}$, $R^2 = 0,1978$, $p < 0,01$ — для придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля,
 где y – выживаемость (%), x – численность поколения (млн рыб).

Прогноз динамики численности каждой МЭГ выполнили по уравнению Баранова (1) с использованием уточнённых коэффициентов естественной смертности (таблица 2).

Итоговую численность получили путём вычета из рассчитанной численности выловленного омуля пользователями КМНС, НИР, для целей аквакультуры и ННН - вылова по возрастным группам (убыль от промысла). Биомасса получена умножением численности возрастных групп на среднюю массу рыб в группе.

Данные о соотношении МЭГ в контрольных уловах показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Соотношение МЭГ омуля в уловах закидных неводов по районам промысла в 2023 г.

| Промрайон | МЭГ | Доля в неводных уловах, % | |
|-------------------|------------------------|---------------------------|----------|
| | | по численности | по массе |
| Баргузинский | прибрежная | 98,84 | 98,22 |
| | придонно-глубоководная | 0,03 | 0,10 |
| | пелагическая | 1,13 | 1,68 |
| Северобайкальский | прибрежная | 100,0 | 100,0 |
| Селенгинский | прибрежная | 20,1 | 19,8 |
| | придонно-глубоководная | 21,1 | 37,4 |
| | пелагическая | 58,8 | 42,8 |

Вариационный ряд промысловой длины тела байкальского омуля в уловах закидного невода в 2022 и 2023 гг. приведен на рисунках 4–6. Снижение шага ячеи в мотне закидных неводов привело к увеличению улова малоразмерных особей пелагического и прибрежного МЭГ. Что касается придонно-глубоководной МЭГ, то ее размерный состав в уловах в целом не изменился по сравнению с промысловым периодом. Это говорит о том, что

до возраста 4+ молодь этой МЭГ обитает вне зоны облова закидного невода - например, в глубоководной склоновой зоне Селенгинского промыслового района.

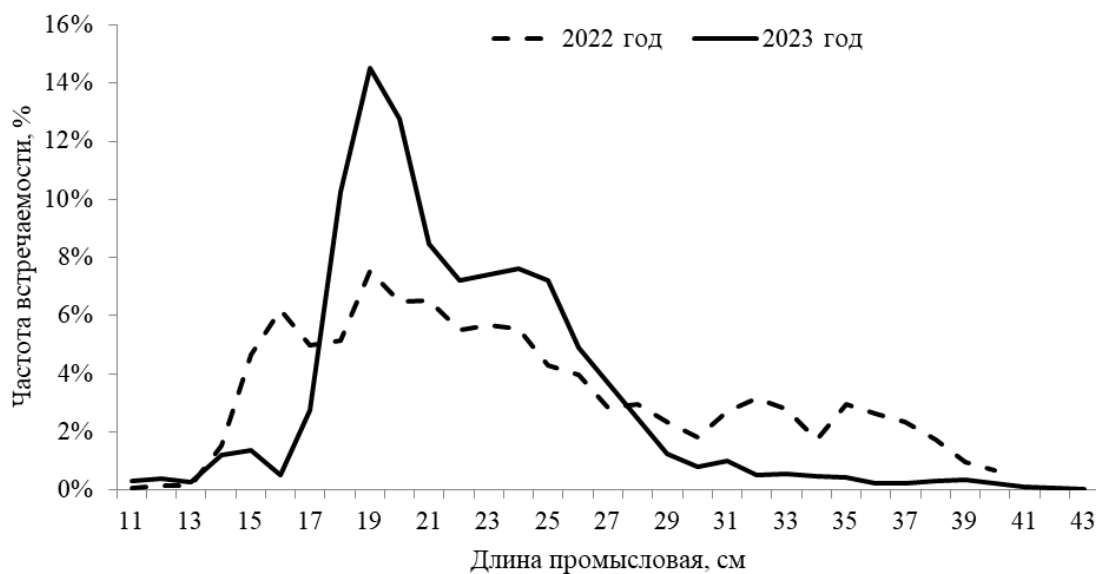


Рисунок 4 – Вариационный ряд промысловой длины тела пелагической МЭГ байкальского омуля в 2022 и 2023 гг.

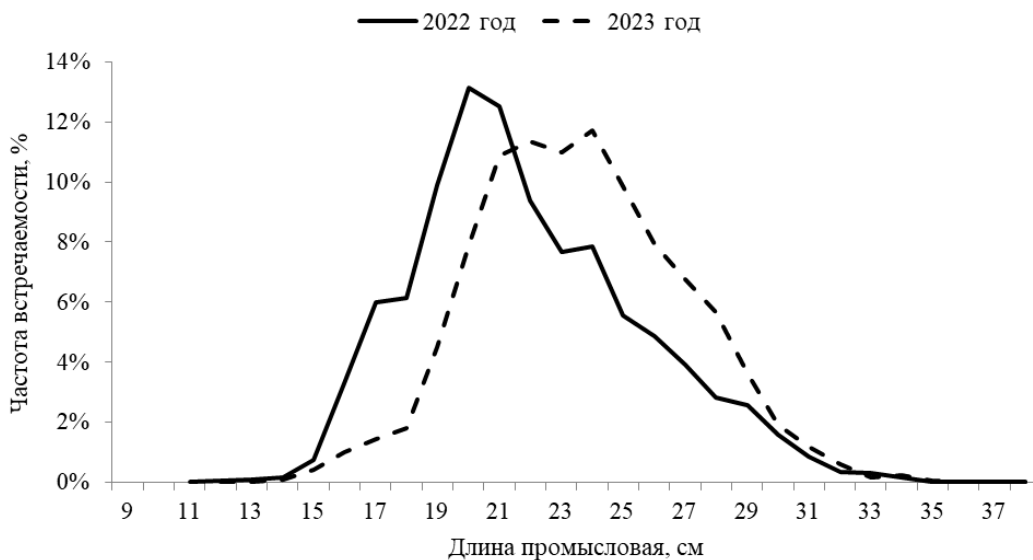


Рисунок 5 – Вариационный ряд промысловой длины тела прибрежной МЭГ байкальского омуля в 2022 и 2023 гг.

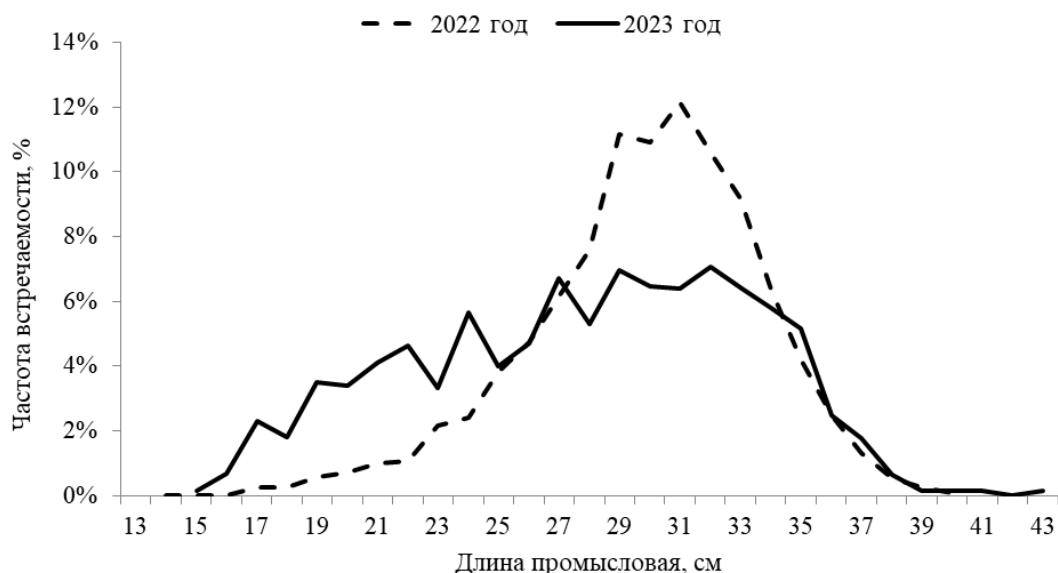


Рисунок 6 – Вариационный ряд промысловой длины тела придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля в 2022 и 2023 гг.

Возрастной состав байкальского омуля в уловах закидного невода приведён в таблице 4.

Таблица 4 – Возрастной состав байкальского омуля в уловах закидного невода в 2023 г., %

| Возраст | МЭГ | | |
|---------|--------------|------------|------------------------|
| | пелагическая | прибрежная | придонно-глубоководная |
| 1+ | 0,72 | 0,01 | - |
| 2+ | 8,55 | 3,13 | 0,85 |
| 3+ | 42,83 | 20,60 | 5,93 |
| 4+ | 36,41 | 44,99 | 14,23 |
| 5+ | 6,50 | 24,40 | 13,66 |
| 6+ | 2,34 | 5,70 | 14,45 |
| 7+ | 1,08 | 1,05 | 17,20 |
| 8+ | 1,32 | 0,10 | 15,87 |
| 9+ | 0,24 | 0,02 | 10,03 |
| 10+ | 0,01 | - | 5,04 |
| 11+ | - | - | 1,80 |
| 12+ | - | - | 0,84 |
| 13+ | - | - | 0,10 |
| Все | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

При выполнении расчёта запаса байкальского омуля использованы актуализированные данные о темпе созревания байкальского омуля (рисунок 7).

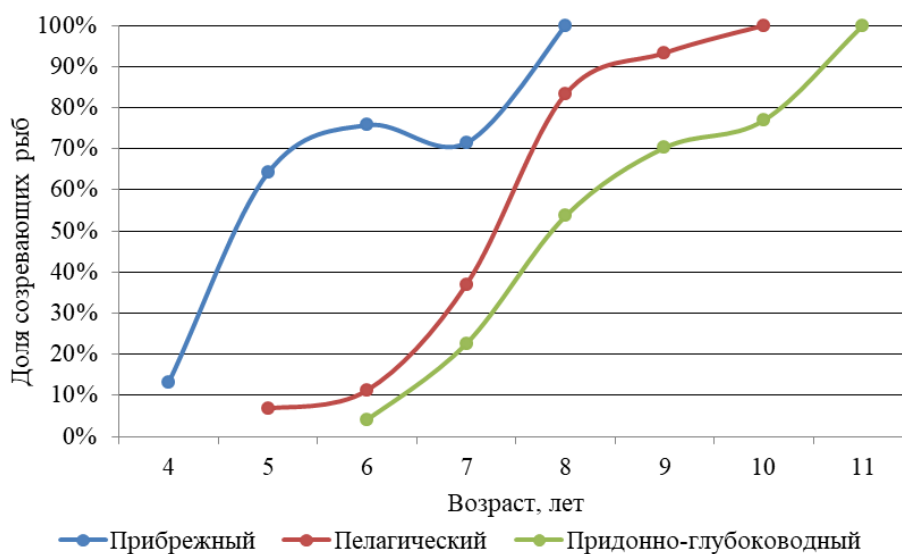


Рисунок 7 – Огивы созревания байкальского омуля трёх МЭГ в 2023 г. (общие для самцов и самок)

Для байкальского омуля, как и для многих других сиговых, характерна растянутость наступления половой зрелости.

Наиболее раннее наступление половой зрелости отмечено в 2023 году у омуля прибрежной группы – с 4+, в возрасте 6 лет созревают 76%, а в возрасте 8+ – все рыбы половозрелые. Снижение доли созревающих рыб в возрасте 7+ объясняется наличием большого количества особей, пропускающих нерест.

Особь пелагической МЭГ по возрасту созревания занимают промежуточное положение между прибрежными и придонно-глубоководными МЭГ. Единичные нерестовые особи наблюдаются начиная с возраста 6+, начало массового созревания отмечено у 8-летних рыб (83%).

В придонно-глубоководной группе омуля, характеризующейся самым поздним созреванием, первые нерестовые рыбы появляются в семилетнем возрасте, возраст массового созревания – 8-9 лет. Такая особенность обусловлена обитанием рыб данного морфотипа преимущественно в зоне больших глубин с пониженной температурой воды.

4. Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Анализ компонентов целевой функции модели для каждой из трёх МЭГ показал наличие уверенных сигналов о биомассе нерестового запаса (SSB) в терминальный год как от данных по возрастному составу уловов, так и от данных по уловам на усилие (CPUE). Это послужило основанием продолжить расчёты с выбранными настройками в ПК TISVPA. Тем не менее, следует отметить наличие локальных минимумов в графиках для пелагической МЭГ, что свидетельствует о наличии небольших искажений в исходных данных. Профили компонент целевой функции модели, построенные относительно величины биомассы нерестового запаса в 2017 г., представлены на рисунке 8.

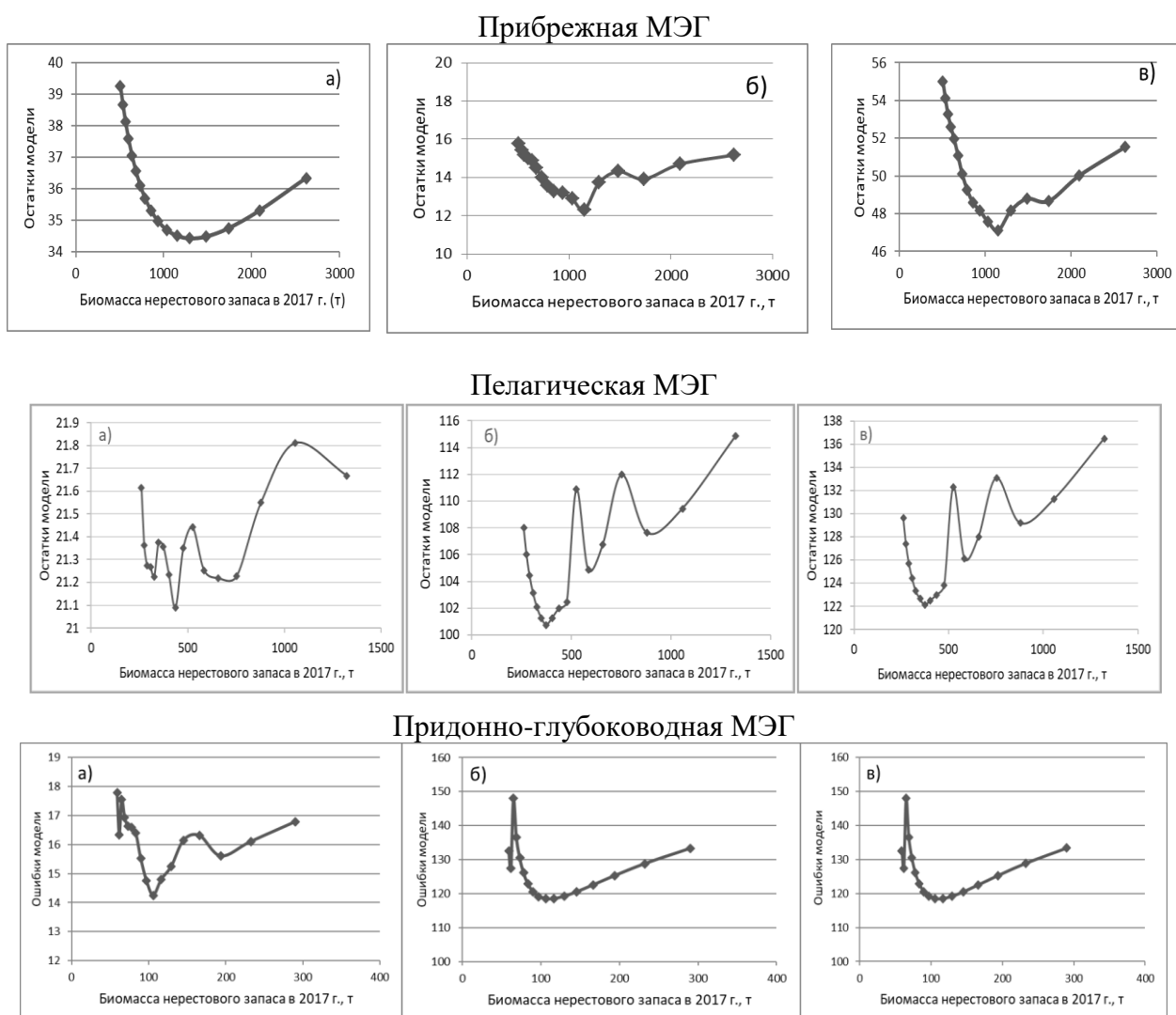


Рисунок 8 – Профили компонент целевой функции модели TISVPA для МЭГ байкальского омуля: а) данных по возрастному составу уловов, б) данных по CPUE, в) данных по общей целевой функции

Восстановленные в ПК TISVPA динамики биомассы нерестовой части (SSB) и общей биомассы (TSB), а также пополнения для каждой МЭГ представлены на рисунке 9. Динамика суммарной биомассы МЭГ байкальского омуля в годы промысла представлена на рисунке 10.

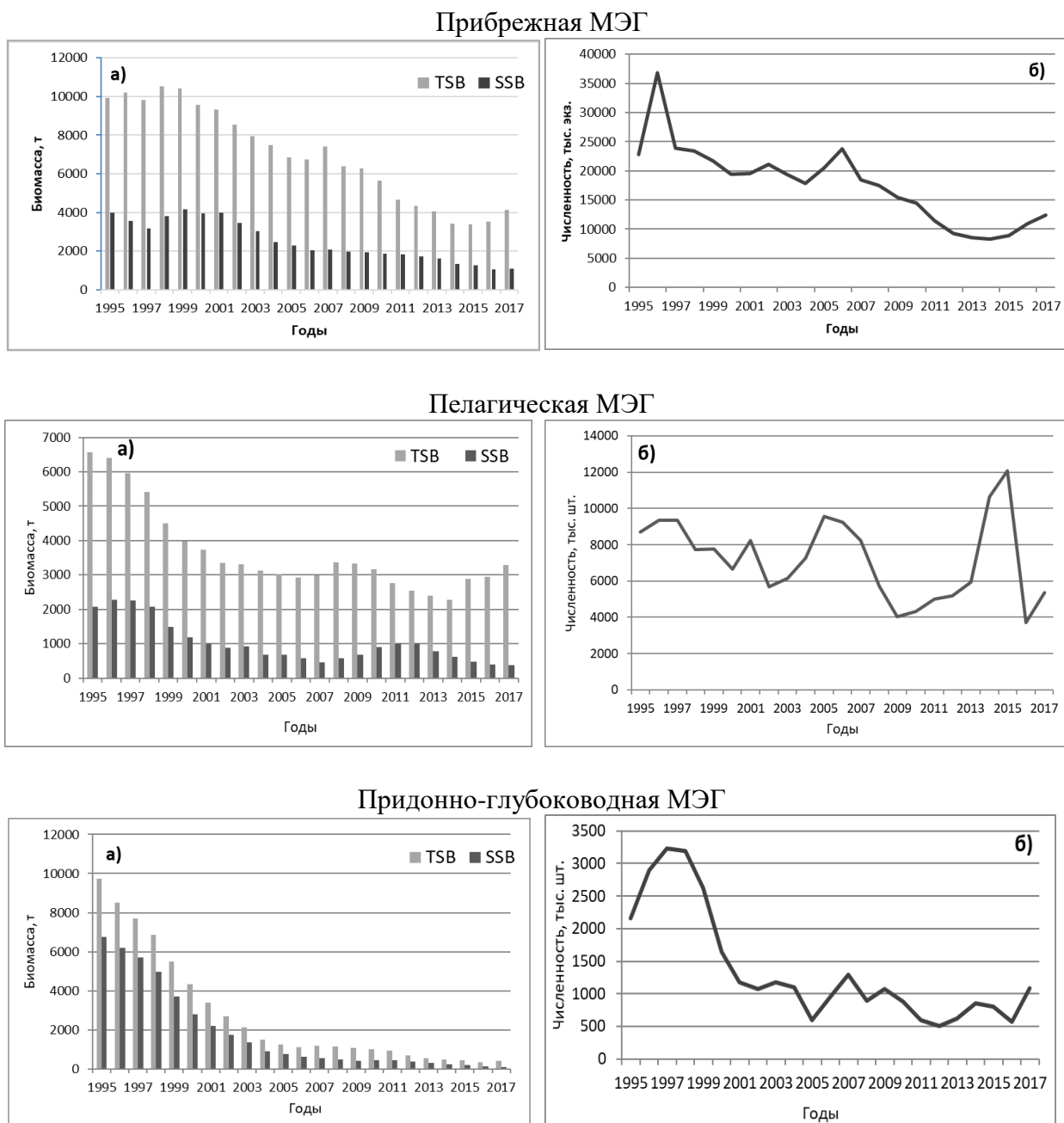


Рисунок 9 – Результаты моделирования: а) динамика биомассы нерестовой части и общей биомассы каждой МЭГ; б) динамика пополнения каждой МЭГ (для прибрежной и пелагической МЭГ – в возрасте 2+; для придонно-глубоководной МЭГ - в возрасте 5+)

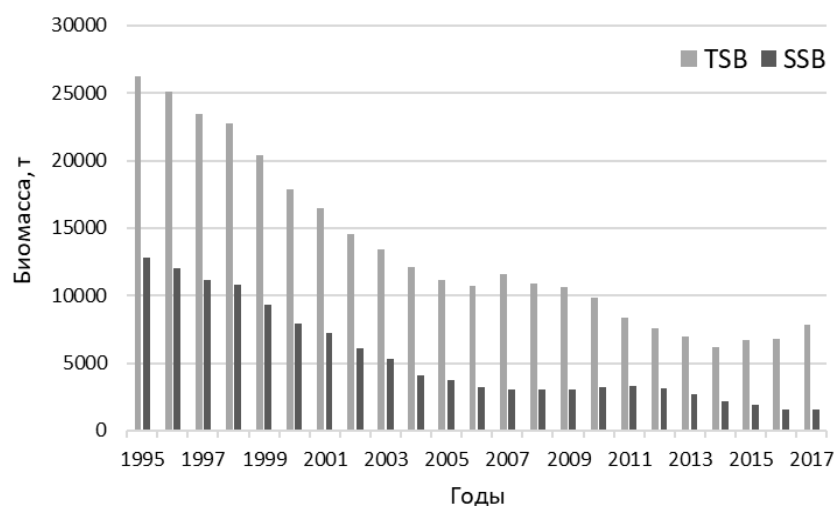


Рисунок 10 – Динамика биомассы общего (TSB) и нерестового (SSB) запаса байкальского омуля (три МЭГ)

В 1995–2017 гг. общая (TSB) и нерестовая (SSB) биомасса МЭГ байкальского омуля снижалась. Вероятнее всего, это было связано с высокой промысловой нагрузкой, в том числе, с ННН-промыслом, объёмы которого в отдельные годы не уступали официальному вылову [Петерфельд, Соколов, 2016]. Кроме того, промысел изымал не успевших отнереститься рыб, что снижало репродуктивный потенциал МЭГ. Несмотря на это, у пелагической МЭГ был ряд высокоурожайных поколения, например, 2005, 2006, 2014 и 2015 гг., которые обеспечили увеличение общего запаса этой МЭГ в 2008–2010 гг. и в 2017 г. Несмотря на то, что в последний год промышленного лова запас байкальского омуля вырос, численность его нерестовой части снижалась.

Итоговые оценки общей (TSB) и нерестовой (SSB) биомассы МЭГ и общего запаса байкальского омуля в годы промысла представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Оценки биомассы трёх МЭГ, рассчитанные в ПК TISVPA

| МЭГ | Биомасса запаса | Годы | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Прибрежная | TSB | 6375 | 6266 | 5630 | 4669 | 4326 | 4070 | 3428 | 3367 | 3525 | 4121 |
| | SSB | 1968 | 1928 | 1850 | 1846 | 1725 | 1619 | 1340 | 1272 | 1058 | 1102 |
| Пелагическая | TSB | 3369 | 3328 | 3170 | 2755 | 2545 | 2393 | 2274 | 2875 | 2935 | 3282 |
| | SSB | 585 | 679 | 905 | 1009 | 1003 | 777 | 616 | 474 | 401 | 374 |
| Придонно-глубоководная | TSB | 1137 | 1069 | 1027 | 922 | 683 | 540 | 480 | 442 | 336 | 410 |
| | SSB | 496 | 403 | 453 | 444 | 382 | 299 | 240 | 194 | 120 | 106 |
| Общая | TSB | 10881 | 10663 | 9827 | 8346 | 7554 | 7003 | 6182 | 6684 | 6796 | 7813 |
| | SSB | 3049 | 3010 | 3208 | 3299 | 3110 | 2695 | 2196 | 1940 | 1579 | 1582 |

Примечания: SSB - биомасса нерестовой части МЭГ; TSB - общая биомасса МЭГ

5. Определение биологических ориентиров

Существовавший до последнего времени режим промысла байкальского омуля был стабилен с 1982 по 2004 гг., и базировался на относительном постоянстве общих показателей численности и биомассы байкальского омуля в этот период, соответствующим экологическим условиям, сложившимся в Байкале. Представленные в таблице 6 показатели приняты в качестве эталонных для оценки состояния запасов байкальского омуля в озере Байкал. После 2017 г. его запас снизился до критического состояния.

Таблица 6 – Численность, биомасса и общий допустимый улов байкальского омуля в озере Байкал в 1982–2004 гг.

| Параметр | Колебания | Средняя |
|--|------------------|----------------|
| Численность общего запаса, (экз.) $\times 10^6$ | 213-269 | 243 |
| Биомасса общего запаса, (т) $\times 10^3$ | 20,5-26,4 | 23,3 |
| Биомасса промыслового запаса, (т) $\times 10^3$ | 12,9-18,9 | 15,2 |
| Численность нерестового запаса, (экз.) $\times 10^6$ | 3,4-6,0 | 4,8 |
| Общий допустимый улов, (т) $\times 10^3$ | 2,5-3,3 | 3,0 |

В качестве ориентира относительно благополучного состояния промыслового запаса байкальского омуля могут выступать его биологические показатели в 1995–2004 гг., в частности темп роста и возраст. Изменения в росте прослеживаются у всех МЭГ байкальского омуля, но наиболее отчётливо это видно у пелагической МЭГ. На рисунке 11 показано изменение средней массы пелагического МЭГ по возрастам в 1995-2023 гг.

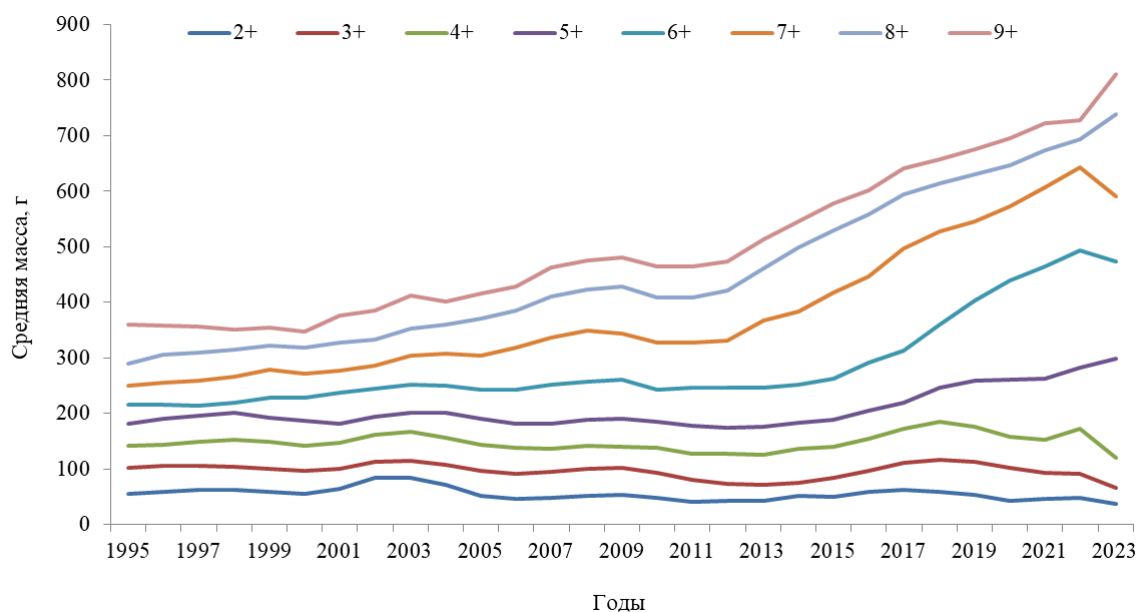


Рисунок 11 – Динамика средней массы пелагической МЭГ байкальского омуля по возрастным группам

Увеличение средней массы тела байкальского омуля началось в 2005 г., а в 2015 г. отмечен резкий рост этого показателя, который сохраняется и в 2023 году. Изменение темпа роста хорошо прослеживается у рыб в возрасте 7+ и старше. Увеличение темпа роста привело к ускоренному созреванию байкальского омуля и снижению среднего возраста нерестового стада (таблица 7).

Таблица 7 – Качественные показатели производителей пелагической МЭГ байкальского омуля в нерестовом стаде

| Годы | Показатели | | |
|----------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| | масса тела, г | промысловая длина, см | средний возраст, лет |
| 1995-2004 (ориентир) | 381,0 | 32,0 | 8,5 |
| 2023 | 752,5 | 38,4 | 8,1 |
| Δ 2023 к 1995–2004 | +371,5 | +6,4 | -0,4 |

б. Уровень воспроизводства байкальского омуля

Общая численность байкальского омуля, заходившего для воспроизводства в основные реки за все годы наблюдений, колебалась от 0,8 до 9,4 млн экз. Наибольшие по численности подходы были в реки В. Ангара

(0,2-3,9 млн экз.) и Селенга (0,3-4,3 млн экз.). В р. Баргузин заходило 0,1-0,7 млн производителей байкальского омуля. Численность байкальского омуля, заходившего на нерест в реки Посольского сора и полностью переведённого на искусственное воспроизводство, изменялась от 0,01 до 1,00 млн экз. Данные по численности нерестовых стад омуля за последние 11 лет представлены на рисунке 12.

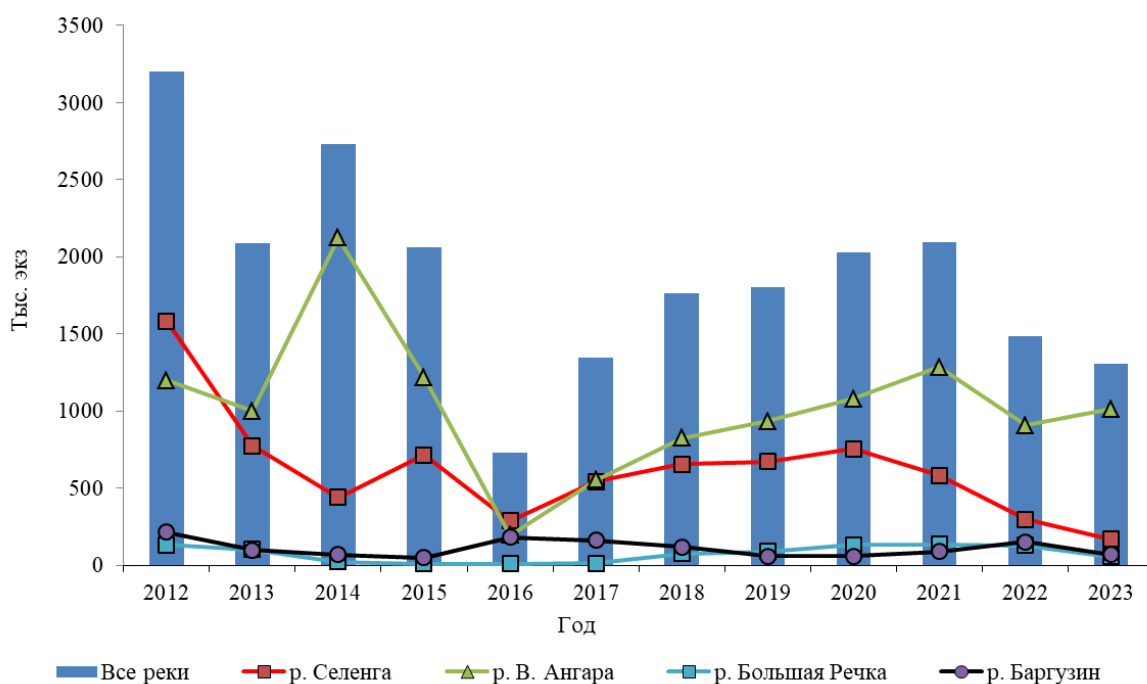


Рисунок 12 – Динамика численности нерестовых стад байкальского омуля в 2012-2023 гг.

В 2016 г. численность заходящих в реки производителей байкальского омуля снизилась до минимального уровня – 800 тыс. экз., но к 2021 г. она выросла до 2000 тыс. экз., что давало надежду на восстановление запаса этого водного биоресурса. Однако в 2022 г. численность нерестовых стад снизилась до 1500, а в 2023 г. — до 1306 тыс. экз.

Наблюдения за покатной миграцией личинок байкальского омуля в основных нерестовых реках Байкала проводят с середины 1960-х гг. Средний уровень численности покатных личинок байкальского омуля в годы со стабильным состоянием его запаса был равен 2700 млн особей. Исторический минимум численности покатных личинок омуля был в 2016-2018 гг. — в среднем 333 млн особей. С 2019 г. наметилась тенденция

увеличения количества покатников. Например, в 2023 г. учли 1785 млн личинок (рисунок 13).

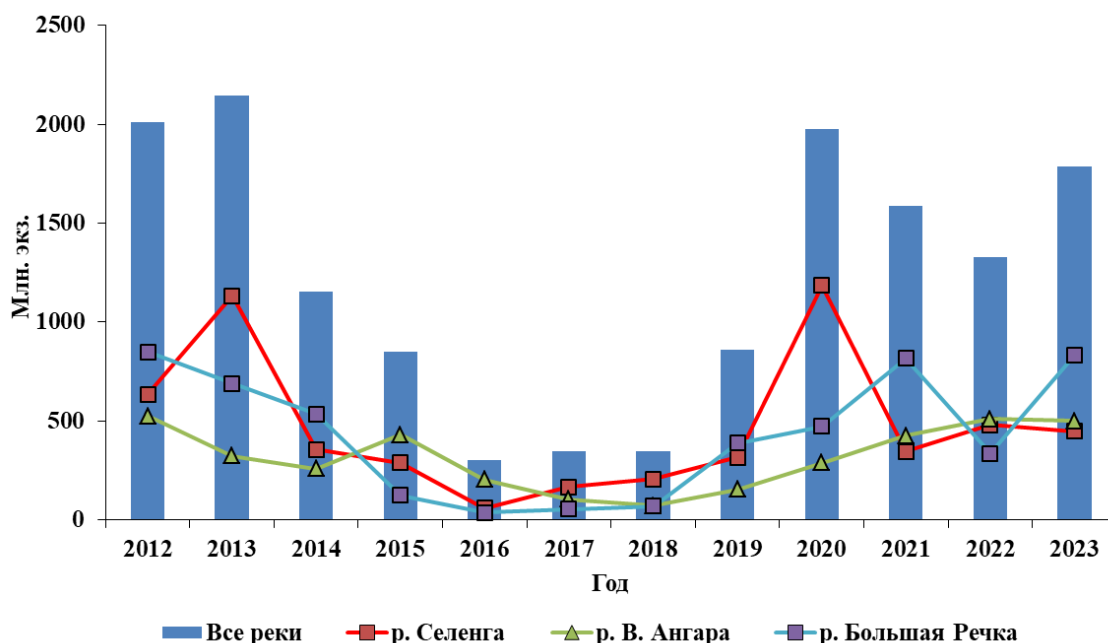


Рисунок 13 – Динамика численности личинок байкальского омуля, скатившихся в оз. Байкал, в 2012-2023 гг.

До 2014 г. в целях аквакультуры добывали 6–11% производителей (0,1–0,8 млн экз.), заходящих в реки Селенга и Баргузин, а также в реки Посольского сора, на которых расположены рыбоводные заводы (далее — РВЗ). В 2015-2017 гг. для целей рыбоводства добывали по 0,01, в 2023 г. — 0,06 млн экз.

В 2016-2018 гг. объемы выпуска личинок байкальского омуля с РВЗ были минимальными, а с 2019 г. искусственное воспроизводство данного вида осуществляют только на Большереченском РВЗ, воспроизводящем популяцию придонно-глубоководной МЭГ, заходящую в реки Посольского сора.

Средняя численность личинок байкальского омуля, выпущенных с рыбоводных заводов в 2014-2023 гг., равна 388 млн экз. или 37,6 % от средней численности скатившихся личинок байкальского омуля в Байкал

(рисунок 14). В 2023 г. в Байкал выпустили 835 млн личинок (46,8 % от общей численности покатных личинок).

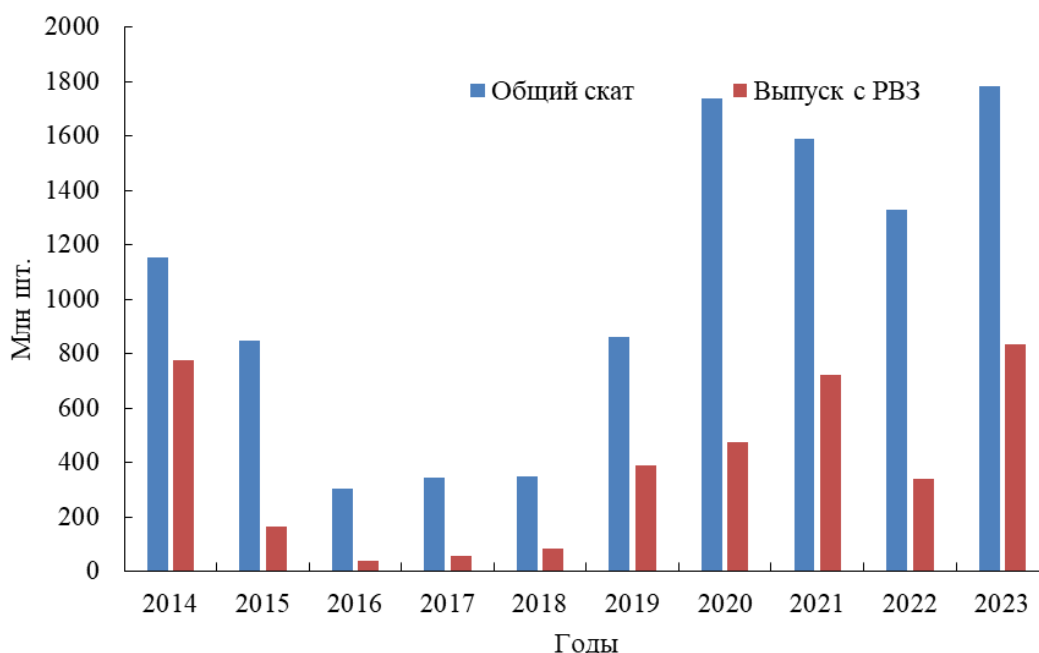


Рисунок 14 – Динамика численности личинок байкальского омуля, скатывавшихся в озеро Байкал, в 2014-2023 гг.

Расчёт ориентиров, необходимых для определения стратегии регулирования промысла байкальского омуля, приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Ориентиры управления запасом стада байкальского омуля

| Ориентиры биомассы, т | | | Прогноз биомассы на 2024 г. B_i | Продукция, т | | | Интенсивность промысла | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|-----------|----------|------------------------|-------------------|------------------|
| Целевой (B_{tr}) | Граничный (B_{lim}) | Буферный (B_{pa}) | | C_{tr} | C_{lim} | C_{pa} | φF_{tr} | φF_{lim} | φF_{pa} |
| 22900 | 12116 | 15767 | 8088 | 2973 | 2105 | 2668 | 0,130 | 0,174 | 0,169 |

Расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса, с помощью ПРП можно определить стратегию регулирования промысла в прогнозный год (рисунок 15).

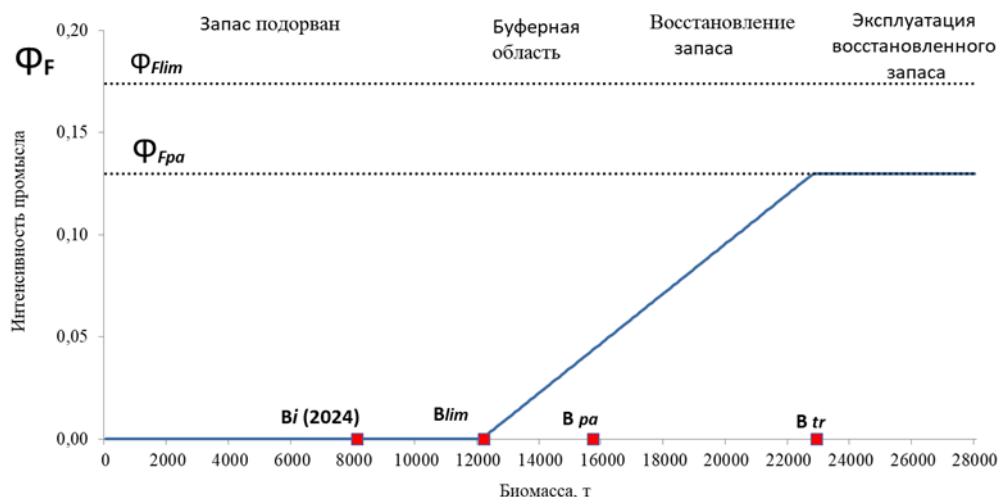


Рисунок 15 – Схема ПРП общего запаса байкальского омуля

Прогнозное значение биомассы общего запаса (B_i), исходя из отношения к граничным ориентирам, показывает, что её текущее значение оказывается в зоне подрыва запасов. В соответствии с ПРП рекомендуется сохранить запрет промышленного рыболовства байкальского омуля в 2024 г.

7. Прогнозирование состояния запаса

Оценки общей (TSB) и нерестовой (SSB) биомассы МЭГ байкальского омуля приведены в таблице 9, динамика TSB и SSB — на рисунке 16.

Таблица 9 – Оценки нерестовой части и общей биомассы каждой МЭГ байкальского омуля в 2019-2024 гг., тонн

| МЭГ | Запас | Годы | | | | | |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| Прибрежная | TSB | 4888,0 | 4540,5 | 3731,6 | 3196,8 | 3185,0 | 3496,4 |
| | SSB | 2260,7 | 2636,5 | 2353,7 | 2014,4 | 1633,0 | 1438,4 |
| Пелагическая | TSB | 4541,6 | 4602,7 | 4222,1 | 3965,2 | 3754,3 | 4055,4 |
| | SSB | 1738,5 | 2364,1 | 2422,0 | 1832,7 | 1410,3 | 1204,8 |
| Придонно-глубоководная | TSB | 568,1 | 550,6 | 525,8 | 484,7 | 501,3 | 536,4 |
| | SSB | 215,3 | 248,4 | 272,0 | 259,0 | 226,3 | 202,3 |
| Общая | TSB | 9997,7 | 9693,8 | 8479,5 | 7646,7 | 7440,6 | 8088,2 |
| | SSB | 4214,5 | 5249,0 | 5047,7 | 4106,1 | 3269,6 | 2845,5 |

Полученные результаты демонстрируют стабилизацию и постепенное восстановление нерестовой части и общей биомассы байкальского омуля до 2020 г. Однако демографическая яма 2016-2018 гг. стала причиной

повторного снижения нерестовой (SSB) биомассы в 2021–2023 гг. В 2024 г. эта тенденция, по-видимому, сохранится.

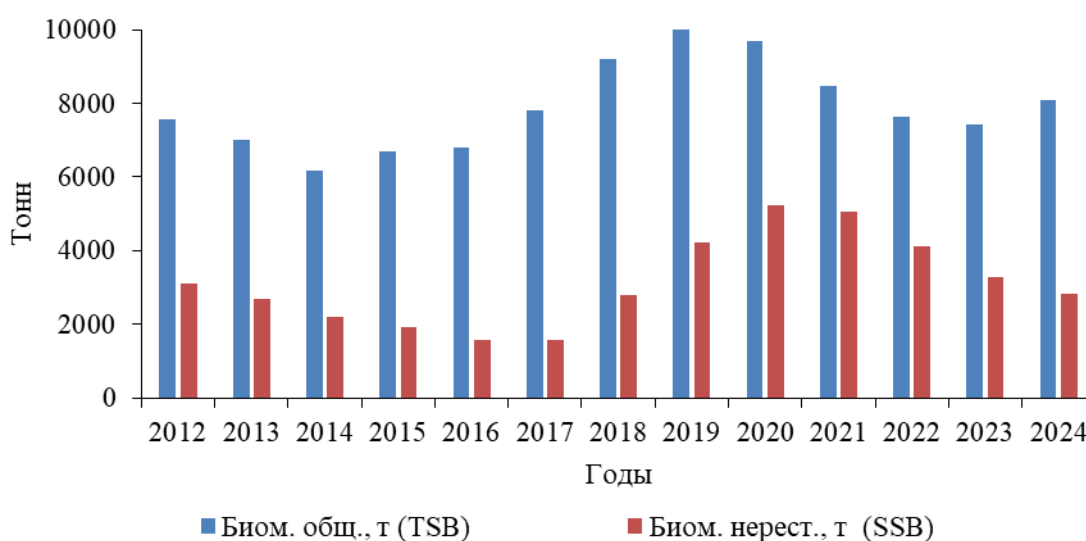


Рисунок 16 – Динамика общей и нерестовой биомассы байкальского омуля в 2012-2023 гг. и прогноз этих показателей в 2024 г.

8. Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ

Право ограниченного вылова, за исключением нерестового периода, осталось у представителей КМНС, которые проживают в двух районах на территории Республики Бурятия. ОДУ для осуществления традиционного рыболовства предусматривается в объёме 55 т.

Для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях ОДУ предусматривается в объёме 15 т.

Для целей искусственного воспроизводства в 2024 г. была запланирована заготовка производителей в размере 80 т, что составляет 2,8 % нерестовой биомассы байкальского омуля.

Для обеспечения загрузки существующих рыбоводных мощностей, из расчёта выпуска 1 млрд личинок омуля необходимо заготовить 167,5 т производителей.

В соответствии с проведённым анализом состояния запасов байкальского омуля нерестовая биомасса в 2024 г. составит 2845,5 т. Доля

изъятия производителей для целей искусственного воспроизводства в размере 167,5 т соответствует 5,9 % от нерестовой биомассы. Считаем допустимым такую долю изъятия нерестовой биомассы с возможностью корректировки в сторону увеличения ОДУ для целей искусственного воспроизводства на 87,5 т, с 80,0 до 167,5 т.

Производители после отлова помещаются в садковую базу рыбоводного завода с последующим «экологическим» нерестом. После нереста производители выпускаются обратно в Байкал. Рыбоводная продукция весной также выпускается в Байкал.

Вместе с тем, БайкалНИРО считает необходимым учитывать внутривидовую структуру байкальского омуля, состоящую из трёх МЭГ, и обеспечить искусственное воспроизводство двух из них – придонно-глубоководной и пелагической, находящихся в депрессивном состоянии. Состояние прибрежной МЭГ опасений не вызывает и в искусственном воспроизводстве она не нуждается.

В связи с этим, общий объём ОДУ для целей искусственного воспроизводства в размере 167,5 т следует разделить между придонно-глубоководной и пелагической МЭГ в следующем соотношении: 120 т – придонно-глубоководного омуля и 47,5 т – пелагического. Производителей придонно-глубоководного омуля следует отлавливать в речках Посольского сора (Большая речка, Култушная), пелагического – в р. Селенге, р. Баргузин.

С учётом корректировки, предлагается установить ОДУ байкальского омуля в озере Байкал с впадающими в него реками в 2024 г. в объёме 237,5 т, в том числе для Республики Бурятия – 232,5 т, Иркутской области – 5 т.

9. Анализ и диагностика полученных результатов

Биологические характеристики байкальского омуля в настоящее время не отвечают требуемым ориентирам. Прослеживается дальнейшее увеличение темпа роста, что приводит к ускоренному созреванию и снижению среднего возраста рыб в нерестовом стаде.

Введение запрета на промышленный лов оказало стабилизирующее влияние на численность нерестовых стад и количество скатывающихся личинок байкальского омуля. Увеличение количества молоди создает условия для роста численности и биомассы вида.

Таблица – Корректировка объемов общего допустимого улова омуля байкальского в озере Байкал (с впадающими в него реками) на 2024 год

| Водный объект | Вид рыбы | Установленный объем ОДУ на 2024 г., тонн | Величина корректировки, тонн | Объем ОДУ на 2024 г. с учетом корректировки, тонн |
|---------------|-------------------|--|------------------------------|---|
| Озеро Байкал | Омуль байкальский | 150,0 | 87,5 | 237,5 |

Список использованных источников

Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Известия отдела рыбоводства и науч.-промысл. исслед. – 1918. – Т. 1, вып. 1. – С.84-128.

Васильев Д.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611764. Реестр программ для ЭВМ. 2006.

Калягин Л.Ф., Майстренко С.Г. Динамика распределения морфо-экологических групп байкальского омуля по акватории Байкала // Экологически эквивалентные виды гидробионтов в великих озерах мира: Материалы международного симпозиума. – Улан-Удэ, 1997. – С. 33–35.

Майстренко С.Г., Майстренко М. А. Многолетняя динамика основных биологических показателей морфо-экологических групп байкальского омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi) // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 1997. – С. 417-423.

Петерфельд В.А., Соколов А.В. Современное состояние запасов омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi) в озере Байкал // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 72–75.

Смирнов В.В., Мамонтов А.М., Смирнова-Залуми Н.С., Соколов А.В., Мельник Н.Г., Кудрявцев В.И. Учет ресурсов омуля и рекомендации к проведению его мониторинга гидроакустическим методом // Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. – Новосибирск: Наука, 2009. – С. 203-213.

Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974. – 160 с.