

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
**"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ"**  
ФГБНУ «ВНИРО»

**МАТЕРИАЛЫ, ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ ОБЩИЕ ДОПУСТИМЫЕ  
УЛОВЫ  
ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ  
(С ВПАДАЮЩИМИ В НЕГО РЕКАМИ) НА 2024 Г.  
(С ОЦЕНКОЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ)**

Разработан:  
ФГБНУ «ВНИРО»,  
Байкальский филиал  
ФГБНУ «ВНИРО» («БайкалНИРО»)

Директор по научной работе  
ФГБНУ «ВНИРО»

О.А. Булатов

\_\_\_\_\_ 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Омуль байкальский ( <i>Coregonus migratorius</i> ) .....	4
1.1 Общая характеристика объекта .....	4
1.2 Анализ доступного информационного обеспечения .....	5
1.3 Обоснование выбора методов оценки запаса .....	12
1.4 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла .....	24
1.5 Определение биологических ориентиров .....	29
1.6 Уровень воспроизводства байкальского омуля.....	31
1.7 Диагностика полученных результатов .....	34
1.8 Прогнозирование состояния запаса.....	35
1.9 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ.....	42
1.10 Анализ и диагностика полученных результатов .....	45
2 Сиг ( <i>Coregonus lavaretus pidschian</i> ) .....	46
2.1 Общая характеристика объекта .....	46
2.2 Анализ доступного информационного обеспечения .....	48
2.3 Обоснование выбора методов оценки запаса .....	49
2.4 Определение биологических ориентиров .....	50
2.5 Обоснование правила регулирования промысла .....	52
2.6 Прогнозирование состояния запаса.....	52
2.7 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ.....	53
2.8 Анализ и диагностика полученных результатов .....	53
3 Хариус ( <i>Thymallus arcticus baicalensis</i> , <i>Thymallus arcticus brevipinnis</i> ).....	54
3.1 Общая характеристика объекта .....	54
3.2 Белый байкальский хариус .....	55
3.2.1 Анализ доступного информационного обеспечения .....	55
3.2.2 Обоснование выбора методов оценки запаса .....	56
3.2.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла .....	56
3.2.4 Определение биологических ориентиров .....	57
3.2.5 Обоснование правила регулирования промысла .....	59
3.2.6 Прогнозирование состояния запаса.....	59
3.2.7 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ.....	60
3.2.8 Анализ и диагностика полученных результатов .....	60
3.3 Черный байкальский хариус .....	62
3.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения .....	62
3.3.2 Обоснование выбора методов оценки запаса .....	63
3.3.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла .....	63
3.3.4 Определение биологических ориентиров .....	63
3.3.5 Обоснование правила регулирования промысла .....	64
3.3.6 Прогнозирование состояния запаса.....	65
3.3.7 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ.....	66
4 Байкальская нерпа ( <i>Pusa sibirica</i> ) .....	68
4.1 Общая характеристика объекта .....	68
4.2 Анализ доступного информационного обеспечения .....	69
4.3 Обоснование выбора методов оценки запаса .....	69
4.4 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла .....	71
4.5 Определение биологических ориентиров .....	79
4.6 Обоснование правил регулирования промысла .....	79
4.7 Прогнозирование состояния запаса.....	80
4.8 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	82
Список использованных источников.....	83

## 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 Федерального агентства по рыболовству № 104 при подготовке материалов ОДУ используется научная информация, полученная в ходе ресурсных исследований научно-исследовательских организаций Федерального агентства по рыболовству, государственного мониторинга водных биологических ресурсов, осуществляемого в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2008 г. N 994 "Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных биологических ресурсов и применении его данных", научного наблюдения на рыбных промыслах, а также данные промысловой статистики.

# 1 Омуль байкальский (*Coregonus migratorius*)

Байкальский рыбохозяйственный бассейн

Озеро Байкал

Исполнители: Базов А.В., Петерфельд В.А., Бобков А.И. (Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО»), Петухова Н.Г. (ЦИ ФГБНУ «ВНИРО»)

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

## 1.1 Общая характеристика объекта

Байкальский омуль относится к озёрно-речным проходным сиговым, 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. Воспроизводство байкальского омуля происходит, в основном, в реках Верхняя Ангара, Селенга, Баргузин, речках Посольского сора. Время нереста – октябрь-ноябрь. Икра откладывается на песчано-галечных грунтах. Выклев личинок происходит 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 [1, 2, 3, 4]. Байкальский омуль представлен тремя морфоэкологическими группами (МЭГ): пелагической, придонно-глубоководной, прибрежной, разделение которых обусловлено геологическими процессами возникновения Байкала, приведшими к возможности освоения омулем кормовой базы пелагиали открытого Байкала, батинальной части, а также прибрежной отмели в пределах свала глубин. Дивергентная эволюция байкальского омуля шла как по линии наиболее полного использования кормовой базы озера, так и с учётом условий размножения в притоках озера Байкал.

## 1.2 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 промышленной 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 2022 г. продолжал действовать запрет промышленного рыболовства байкальского омуля в оз. Байкал (приказ Минсельхоза России от 24.04.2020 № 226 «Об утверждении правил рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна»), установленный приказом Минсельхоза России от 29.08.2017 № 450 «О внесении изменений в правила рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна»). Соответственно, с 2018 по 2022 гг. отсутствовал сбор материалов из промысловых орудий лова. 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 и траловых уловов НИС «Верещагин» Лимнологического института СО РАН.

Сбор ихтиологических материалов на Байкале проводили в пределах основных мест нагула, а также на основных реках, впадающих в Байкал (учёт

численности заходящих производителей и скатывающихся личинок омуля) (рисунок 1.1).

В 2022 г. промерено 32,7 тыс. особей омуля, на биологический анализ (с определением возраста) взято 5,0 тыс. экз. (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Объем собранного материала, привлекаемого для анализа состояния запасов омуля в озере Байкал, экз.

Показатель	Годы									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ПБА	5642	4706	4220	3563	5340	4972	3611	6634	5067	4924
МП	63304	31315	22088	19586	21168	13301	19794	27061	43306	32701

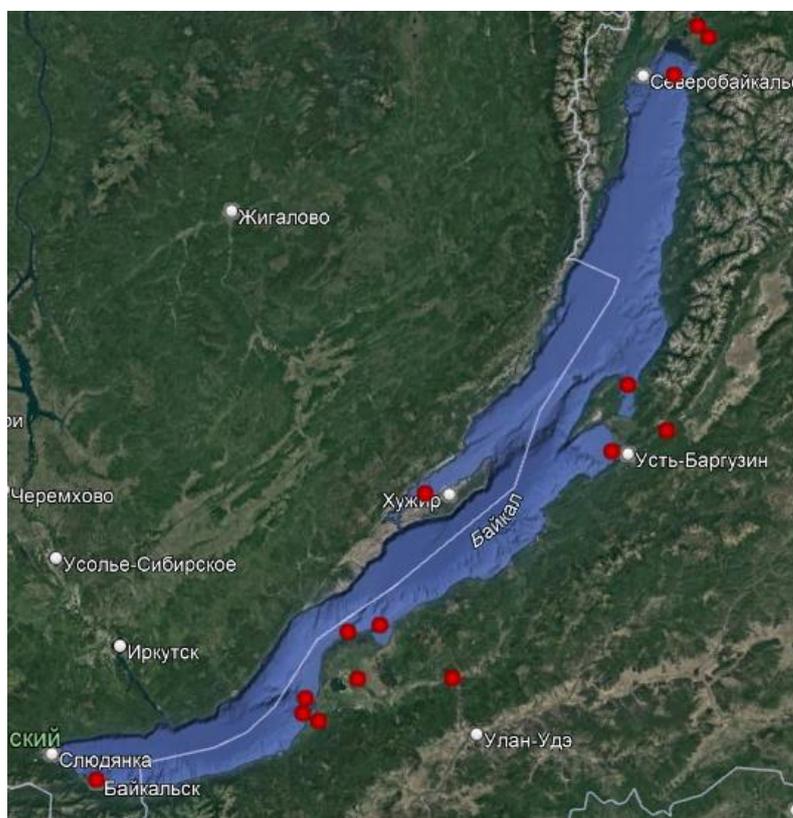


Рисунок 1.1 – Карта-схема основных мест сбора ихтиологического материала по байкальскому омулю в озере Байкал в 2013-2022 гг.

Сбор ихтиологических материалов из промысловых орудий лова (до 2018 г.) включал в себя: массовые промеры и проведение биологического анализа. Собранный материал отражает соотношение экологических групп байкальского омуля, размерно-возрастную структуру рыб во всех

промысловых районах во всех типах применяющихся орудий лова. Промысловые орудия лова, которыми осуществляется добыча омуля, представлены сетями (ячея 28-40 мм), ставными неводами (ячея в ловушке 22-32 мм), закидными неводами (ячея в кутке 28-32 мм). В 2018-2022 гг. данный режим ихтиологических наблюдений соблюдался только для орудий лова, применяемых в ходе традиционного рыболовства (сети с шагом ячеи 30-32 мм).

Таким образом, в период моратория на промышленный вылов байкальского омуля информация из основного источника ихтиологических материалов – промысловых уловов – отсутствует, если не считать таковыми данные массовых промеров контрольных притонений (научный лов) промыслового закидного невода. Бóльшая часть уловов, полученных в ходе рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, после взятия пробы, выпускалась обратно в водоём в живом виде. Поэтому общую величину улова за притонение не определяли.

Ячейность в мотне закидного невода при проведении контрольных ловов в 2019-2022 гг. с целью облова малоразмерных особей была уменьшена по сравнению с периодом промышленного лова с 28-30 до 22-26 мм.

В 2019 г. притонения осуществляли только в Баргузинском промысловом районе, в 2020 г. – в Баргузинском и Селенгинском районах, в 2021 и 2022 гг. – во всех основных рыбопромысловых районах (Селенгинский, Баргузинский и Северобайкальский). В 2022 г. в Селенгинском районе сделано 7 ловов, в Баргузинском – 5, Северобайкальском – 3.

В период с 23 по 28 мая 2022 г. совместно со специалистами ЦИ ВНИРО на НИС Лимнологического института СО РАН «Верещагин» была проведена тралово-акустическая съёмка Селенгинского мелководья. С 31 мая по 1 июня осуществлена гидроакустическая съёмка Малого Моря, с 1 по 3 июня – Баргузинского залива, с 4 по 7 июня – Северного Байкала. В ходе траловой съёмки выполнено 7 результативных траловых ловов на участке

озера от залива Провал до Харауза в средней части дельты р. Селенги. Использовали пелагический трал длиной по верхней подборе 25 м, горизонтальное раскрытие – 15 м, вертикальное – 10 м, ячея в кутке 10-12 мм.

Данные, полученные в ходе контрольных научных сетепостановок разноячейных сетей в промысловых районах нерепрезентативны, поскольку большую часть уловов выедает байкальская нерпа, вследствие чего величина уловов сильно занижается. В этой связи промысловая информация, используемая при ретроспективном анализе состояния запаса байкальского омуля, ограничивается 2017 г.

Биопромысловые данные для каждой МЭГ включали:

- статистику годовых уловов (включая экспертную оценку величины неучтённого вылова);
- оценки уловов на единицу промыслового усилия (среднегодовой вылов на сетной порядок длиной 2,0 км);
- возрастной состав уловов в процентном выражении;
- среднюю массу особей по возрастным группам и годам промысла;
- оценки мгновенного коэффициента естественной смертности по возрастным группам;
- среднегодовые оценки темпа созревания рыб по возрастным группам.

В 1995-2017 гг. наибольшую долю в общих уловах байкальского омуля составила прибрежная МЭГ. Особи придонно-глубоководной МЭГ составляли наименьшую долю в уловах. Доля пелагической МЭГ занимает промежуточное положение в общих уловах (рисунок 1.2).

Величину ННН-промысла определяли сотрудники БайкалНИРО, осуществлявшие сбор материала для оценки структурно-биологических показателей байкальского омуля по каждому промысловому району Байкала, и основана на визуальных наблюдениях по соотношению сданной и не сданной рыбы на рыбоприёмные пункты (экспертная оценка), количеству моторных лодок у местных жителей, опросу населения по интенсивности

лова в браконьерские орудия лова, а также собственным данным по вылову рыбы контрольными орудиями лова.

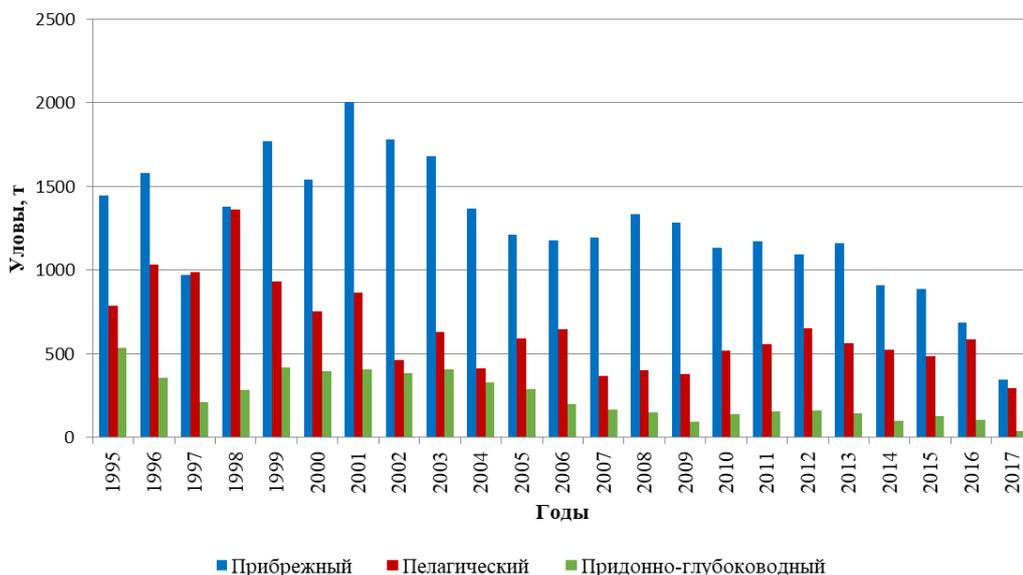


Рисунок 1.2 – Динамика промысловых уловов трёх МЭГ байкальского омуля (т)

Высокие величины ННН-промысла в предзапретный период (2008-2017 гг.) были обусловлены снижением эффективности охраны. В 2018-2022 гг. из-за принятия жёстких решений по снижению промысловой нагрузки официальный вылов омуля по объективным причинам существенно снизился. Кроме того, благодаря улучшению охранных мероприятий проявилась тенденция снижения ННН-промысла как в Байкале, так и на путях нерестовых миграций байкальского омуля в реках (рисунок 1.3).

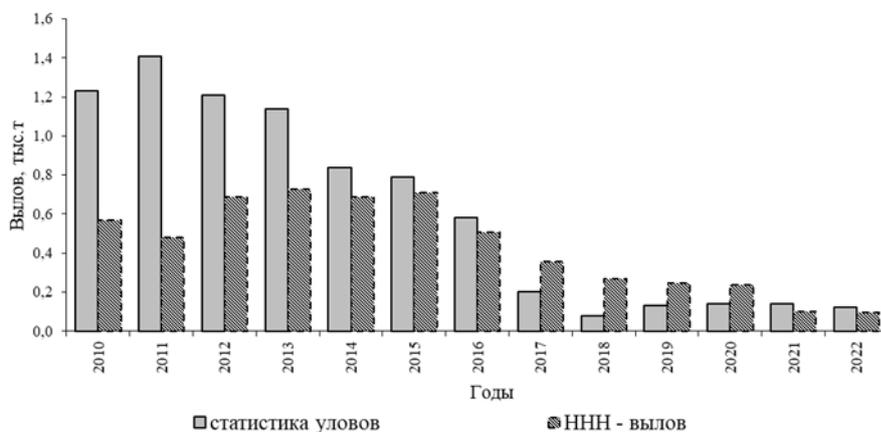


Рисунок 1.3 – Соотношение уловов байкальского омуля по данным официальной статистики и ННН-промысла

В 2022 г. по официальным данным добыто 133 т омуля (в 2021 г. – 138 т), в том числе на воспроизводство – 76 т, КМНС – 52 т, НИР – 5 т. Из официально добытых 133 т омуля, непосредственно в Байкале выловлено 54 т (в 2021 г. – 52 т) и в реках 79 т (в 2021 г. – 76 т).

Первичная информация об уловах на усилие (CPUE) была общей для всех трёх морфо-экологических групп байкальского омуля и выражена в тоннах на сетепорядок. Индексы численности для каждой МЭГ рассчитаны в том же соотношении, как и доли уловов каждой МЭГ в общих уловах, и переведены в тыс. экз./сетепорядок. Динамика CPUE представлена на рисунке 1.4.

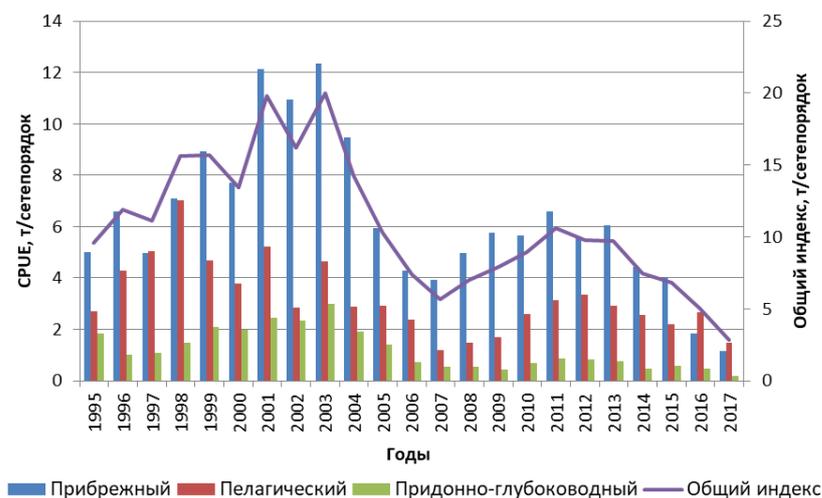


Рисунок 1.4 – Уловы на единицу промыслового усилия (CPUE) байкальского омуля трёх МЭГ (т/сетепорядок)

При выполнении расчётов приняты допущения о постоянстве темпа созревания байкальского омуля (рисунок 1.5).

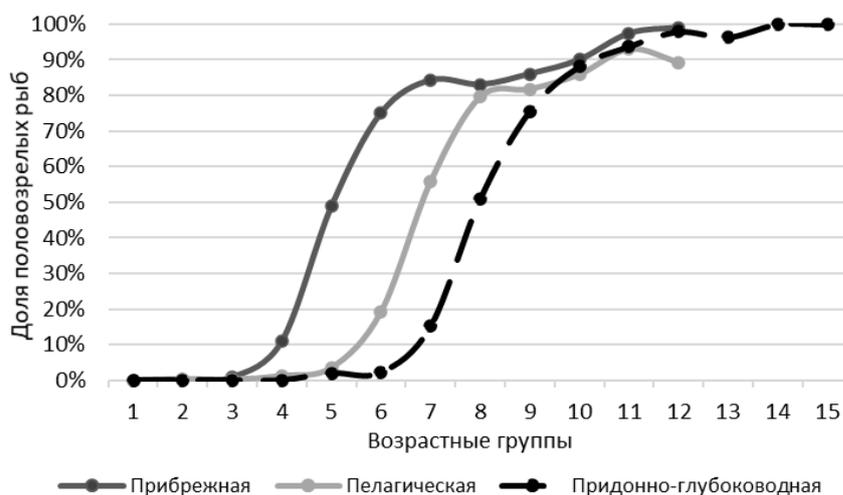


Рисунок 1.5 – Оживы созревания байкальского омуля трёх МЭГ (общие для самцов и самок)

Для байкальского омуля, как и для многих других сиговых, характерна растянутость наступления половой зрелости. Срок вступления в нерестовое стадо рыб одного поколения охватывает несколько лет: в среднем до 3-4 лет у прибрежного и до 5-6 у придонно-глубоководного байкальского омуля. Так, у последнего отмечены неполовозрелые особи в возрасте до 16 лет. В этой группе, характеризующейся самым поздним и неравномерным созреванием, более 75 % особей созревает в возрасте 9 лет. Такая особенность обусловлена обитанием рыб данного морфотипа преимущественно в зоне больших глубин с пониженной температурой воды. Наиболее раннее наступление половой зрелости свойственно байкальскому омулю прибрежной группы – с 4-6 лет; 75 % особей созревают в возрасте 6 лет, а в возрасте 9-10 лет все рыбы половозрелые. Особи пелагической группы по характеру созревания занимают промежуточное положение. Самцы байкальского омуля всех морфотипов, как правило, созревают на год раньше, чем самки. Более 75 % особей созревают в возрасте 8 лет.

Нагульное стадо байкальского омуля сформировано преимущественно неполовозрелой молодью, на долю половозрелых рыб приходится до 5,3 %, в том числе, готовые к нересту особи составляют 3,8 %, а рыбы, пропускающие нерест, – 1,5 %.

При анализе материалов наблюдений за последние два десятилетия отмечена относительная устойчивость размерно-возрастных параметров наступления половой зрелости при некоторых их колебаниях в отдельные годы, что можно связать с определённой стабилизацией биопродукционных процессов в Байкале.

Мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастам, используемые в ретроспективном анализе, определены по данным 1969-1975 гг. в период первого запрета на вылов омуля (таблица 1.2). В расчётах также принято допущение о постоянстве коэффициентов.

Таблица 1.2 – Мгновенные коэффициенты естественной смертности байкальского омуля

МЭГ	Возраст													
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
Прибрежная	0,42	0,30	0,24	0,21	0,21	0,24	0,29	0,34	0,45	0,56	0,71	-	-	-
Пелагическая	0,40	0,30	0,24	0,21	0,21	0,22	0,25	0,29	0,33	0,40	0,53	-	-	-
Придонно-глубоководная	-	-	-	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26	0,30	0,36	0,47	0,74

### 1.3 Обоснование выбора методов оценки запаса

До 2018 г. 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 октября 2017 г. был введён мораторий на промышленный лов байкальского омуля, с 2018 г. информация из основного источника ихтиологических материалов, а именно величина промысловых уловов и индекс численности запаса, используемых в расчётах по когортным моделям, отсутствует. Достоверных данных по научным съёмкам также нет. В этой связи существует формальная необходимость снижения уровня информационного обеспечения запаса до третьего. 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 анализ современного состояния запаса байкальского омуля основан на ретроспективном анализе динамики численности до 2017 г., включительно, и прогнозе состояния запаса с 2018 по 2023 годы.

Имеющаяся информационная база до 2018 г. обеспечивает возможность применения для ретроспективного анализа состояния запаса байкальского омуля когортных моделей, позволяющих детально анализировать динамику запасов на уровне отдельных поколений (когорт) [5]. В расчётах использована когортная модель TISVPA [6], являющаяся одной из разновидностей виртуального популяционного анализа и рекомендованная членами Межинститутской рабочей группы по оценке сырьевой базы рыболовства, а также неоднократно используемая экспертами Международного совета по исследованию моря (ИКЕС). Особенностью модели является целенаправленное использование принципов робастной статистики в процедурах оценивания параметров, что позволяет снизить влияние ошибок в данных на результаты анализа и полнее извлекать имеющуюся в них информацию о системе «запас–промысел». Расчёты выполнены в одноимённом программном комплексе (ПК) TISVPA [6]. Данный ПК входит в рекомендуемый перечень современного программно-методического инструментария для оценки запасов водных биоресурсов [7].

Научно доказано, что байкальский омуль имеет сложную внутривидовую структуру, состоящую из нескольких популяций и трёх морфо-экологических групп (МЭГ): прибрежной, пелагической и придонно-глубоководной. Особи трёх МЭГ освоили разные участки озера Байкал, вследствие чего имеют различные биологические характеристики. В этой связи оценка запаса байкальского омуля основана на количественном анализе состояния трёх МЭГ.

Для ретроспективного анализа состояния пелагической МЭГ использован вариант модели TISVPA, при котором параметры оценены путём суммирования остатков в сепарабельном представлении промысловой

смертности, равном нулю для каждой возрастной группы и для каждого года. Кроме того, допускалось наличие ошибок в данных как по возрастному составу уловов, так и в описании устойчивости селективных свойств промысла. 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.

Для прибрежной МЭГ в ПК TISVPA использовали тот же метод оценки параметров, как и для пелагической МЭГ. В расчётах также допускалось наличие ошибок в данных, описывающих устойчивость селективных свойств промысла. Видом компонент целевой функции модели для возрастного состава уловов послужила сумма квадратов логарифмических остатков; для данных по уловам на единицу усилия – медиана распределения абсолютных отклонений от их медианного значения. Целевую функцию формировали также в виде взвешенной суммы двух компонент: данных по возрастному составу уловов и данных по уловам на усилие.

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. В расчётах выбран вариант модели, при котором допускалось наличие ошибок в данных как по

возрастному составу уловов, так и в описании устойчивости селективных свойств промысла.

Прогноз динамики численности каждой МЭГ выполнен с помощью уравнения Баранова [8]:

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

$F$  – 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 ведут, промысловая смертность в расчётах отсутствует.

При оценке мгновенного коэффициента естественной смертности старших возрастных групп исходили из того, что нерестовое стадо пелагического омуля на 100 % состоит из пополнения, повторно нерестящиеся особи встречаются у этой группы единично (первый тип нерестового стада), то есть отнерестившиеся особи в нагульное стадо больше не возвращаются. Нерестовое стадо прибрежного байкальского омуля на 25 % состоит из повторно нерестящихся особей (второй тип). Нерестовое стадо глубоководного байкальского омуля, 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 (таблица 1.2) для старших возрастных групп, участвующих в нересте, были скорректированы в соответствии с оживой созревания (рисунок 1.5) и приведены в таблице 1.3.

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 – 5 +.

Таблица 1.3 – 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

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 ТИС ВПА 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. Возраст вступления в промысел для прибрежной и пелагической МЭГ – 2 года, для придонно-глубоководной МЭГ – 5 лет.

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 1.6, 1.7, 1.8).

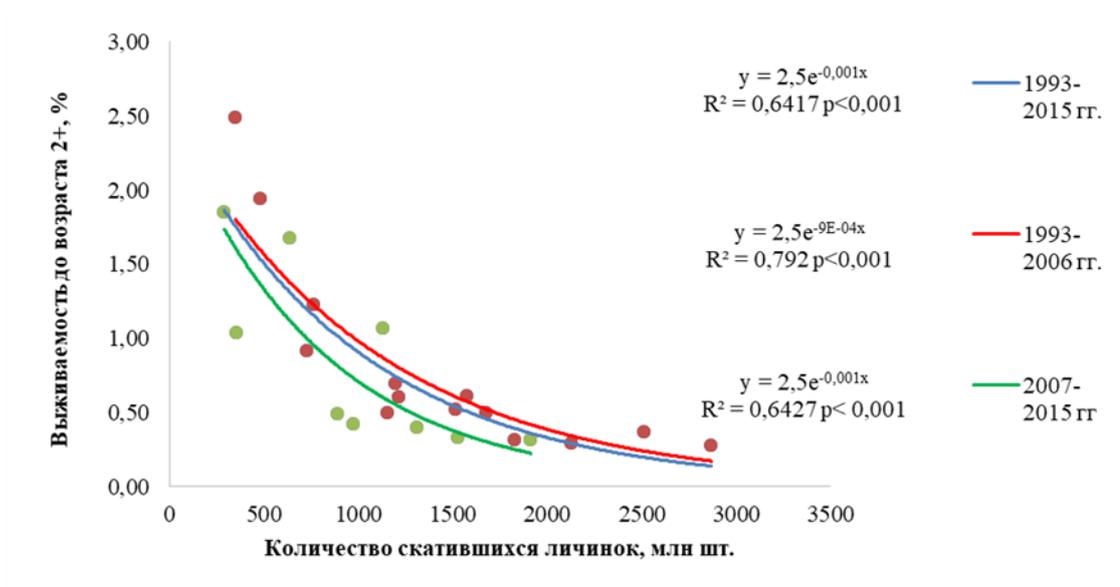


Рисунок 1.6 – Зависимость выживаемости личинок пелагической МЭГ байкальского омуля до возраста 2+ от численности поколения

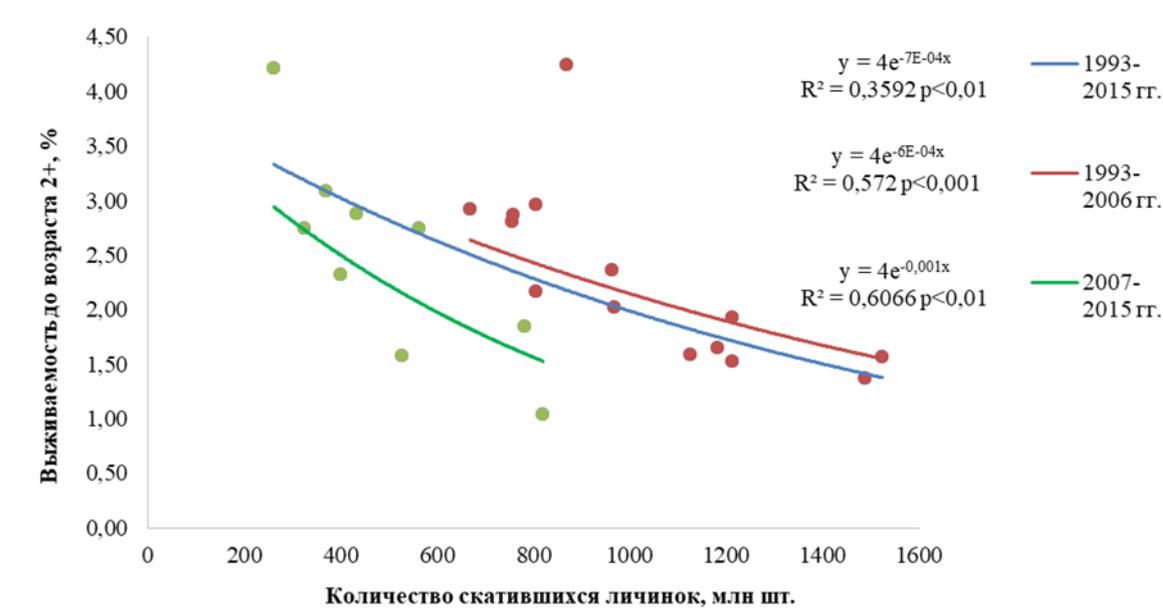


Рисунок 1.7 – Зависимость выживаемости личинок прибрежной МЭГ байкальского омуля до возраста 2+ от численности поколения

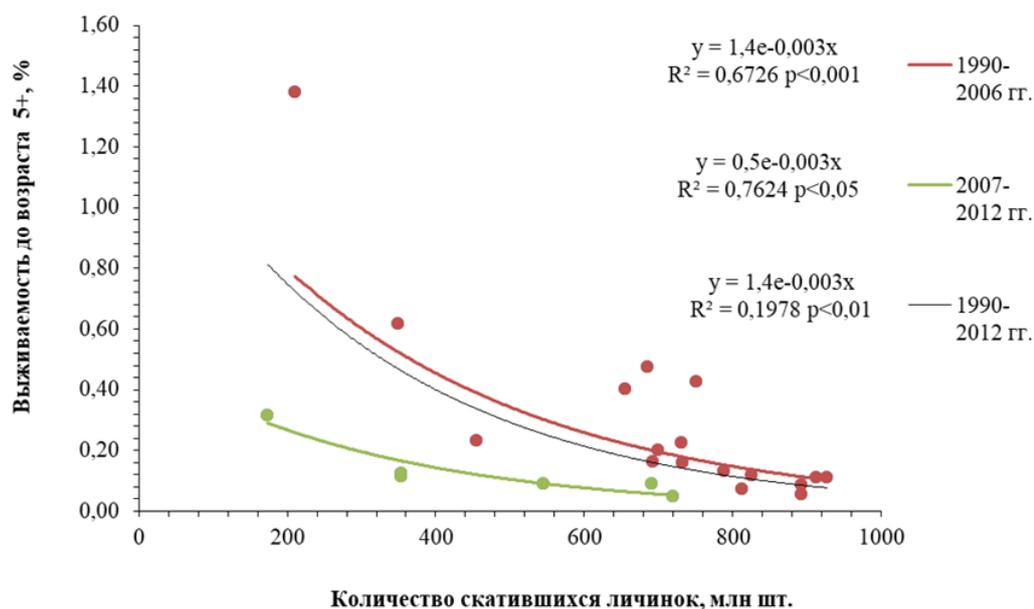


Рисунок 1.8 – Зависимость выживаемости личинок придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля до возраста 5+ от численности поколения

Общая закономерность: для всех трёх МЭГ байкальского омуля отмечено снижение выживаемости на рубеже 2006-2007 гг. В наименьшей степени это выражено у пелагической и прибрежной МЭГ байкальского омуля. У придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля средняя выживаемость после 2006 года снизилась более чем в 2 раза – с 0,29 до 0,13 %.

При расчёте пополнения использовали следующие зависимости:

$$y = 2,5e^{-0,001x} \quad \text{— для пелагического омуля;}$$

$$y = 4e^{-7E-04x} \quad \text{— для прибрежного омуля;}$$

$$y = 1,4e^{-1,003x} \quad \text{— для придонно-глубоководного омуля,}$$

где  $y$  – выживаемость (%),  $x$  – численность поколения (млн рыб).

Прогноз динамики численности каждой МЭГ выполнили по уравнению Баранова с использованием уточнённых коэффициентов естественной смертности (таблица 1.3).

Итоговую численность получили путём вычета из рассчитанной численности выловленного омуля пользователями КМНС и ННН - вылова по

возрастным группам (убыль от промысла). Биомасса получена умножением численности возрастных групп на средний вес рыб в группе.

В отсутствие промышленного рыболовства в 2022 г. сбор материала по структуре нагульного стада омуля проводили из уловов закидных неводов в ходе лова в научно-исследовательских и контрольных целях в летний нагульный период, а также из траловых уловов во время тралово-акустической съёмки Селенгинского мелководья. Данные о количестве неводных и траловых ловов и объёме собранного материала приведены в таблице 1.4, о расовом составе — в таблице 1.5.

Таблица 1.4 – Количество неводных и траловых ловов по районам промысла байкальского омуля и объем собранного биостатистического материала в 2019-2022 гг.

Год	Промрайон	Количество неводных ловов	Количество траловых ловов	N, экз.	
				МП	ПБА
2019	Баргузинский	6	-	7940	1084
2020	Баргузинский	7	-	13834	932
	Селенгинский	5	-	3283	1199
2021	Баргузинский	11	-	18652	869
	Селенгинский	15	-	11441	933
	Северобайкальский	7	-	7834	716
2022	Баргузинский	5	-	13870	2147
	Селенгинский	7	7	11090	1485
	Северобайкальский	3		4045	1111

Таблица 1.5 – Расовый состав омуля в уловах закидных неводов и тралов по районам промысла байкальского омуля в 2022 г.

Промрайон	МЭГ	Доля в неводных уловах, %		Доля в траловых уловах, %	
		по численности	по массе	по численности	по массе
Баргузинский	прибрежная	100,0	100,0		
Северобайкальский	прибрежная	100,0	100,0		
Селенгинский	прибрежная	34,0	32,5	1,5	14,0
	придонно-глубоководная	22,4	38,8	17,3	27,9
	пелагическая	43,6	28,7	81,2	58,1

Вариационный ряд промысловой длины тела байкальского омуля в уловах закидного невода в 2021 и 2022 гг. показан на рисунках 1.9–1.11. Снижение ячеистости в мотне закидных неводов привело к увеличению улова малоразмерных особей пелагического и прибрежного байкальского омуля. Что касается придонно-глубоководного байкальского омуля, его размерный состав в уловах в целом не изменился по сравнению с промысловым периодом, что говорит об обитании молоди этой группы омулей до возраста 4+ вне зоны облова закидного невода (глубоководная склоновая зона Селенгинского промыслового района).

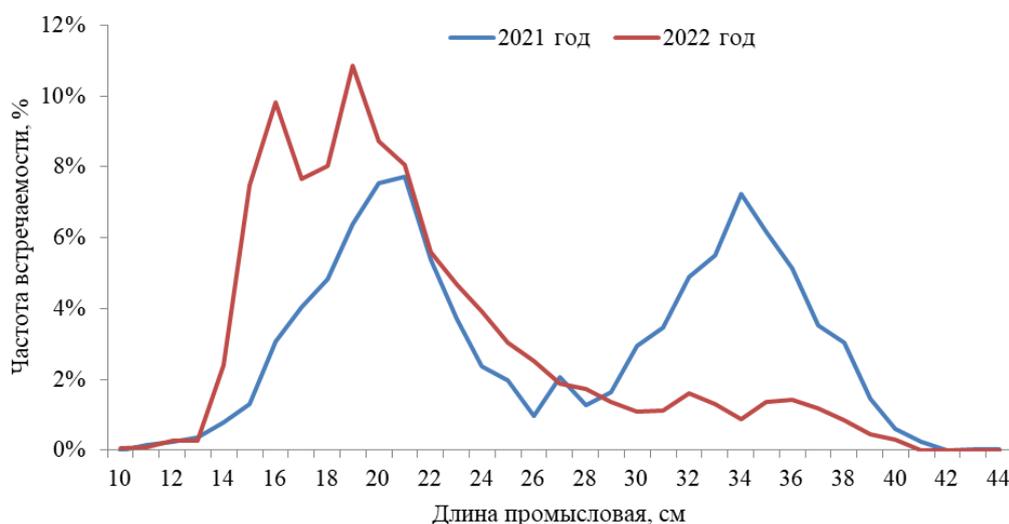


Рисунок 1.9 – Вариационный ряд промысловой длины тела пелагической МЭГ байкальского омуля в 2021 и 2022 гг.

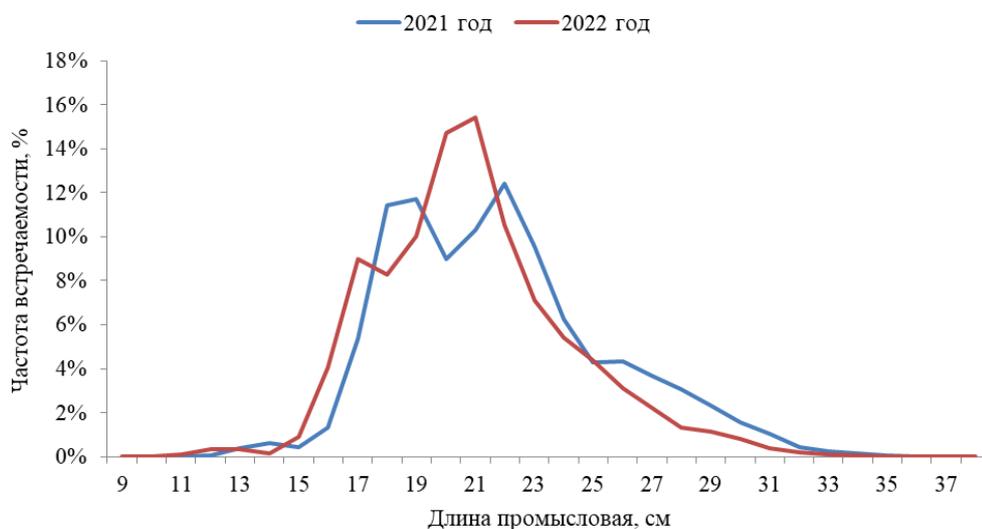


Рисунок 1.10 – Вариационный ряд промысловой длины тела прибрежной МЭГ байкальского омуля в 2021 и 2022 гг.



Рисунок 1.11 – Вариационный ряд промысловой длины тела придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля в 2021 и 2022 гг.

Возрастной состав омуля в уловах закидного невода приведён в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Возрастной состав омуля в уловах закидного невода в 2022 г., %

Возраст	МЭГ		
	пелагическая	прибрежная	придонно-глубоководная
1+	0,36	1,32	0,09
2+	24,19	26,51	0,48
3+	46,02	43,99	1,63
4+	12,72	18,25	4,23
5+	5,30	7,37	9,27
6+	4,08	1,93	11,97
7+	4,94	0,51	24,50
8+	1,75	0,09	24,44
9+	0,55	0,02	14,32
10+	0,09	0,01	6,23
11+	0,00	0,00	2,05
12+	0,00	0,00	0,68
13,+	0,00	0,00	0,11
Все	100,00	100,00	100,00

Получив значения численности омуля в ретроспективном, текущем и прогнозном виде, и, рассчитав по ним с использованием данных по росту,

биомассу его промзапаса, определяются ориентиры управления и правила регулирования промысла (ПРП), исходя из предосторожного подхода [5] с учётом требований Приказа 104. Оценка рекомендуемой интенсивности промысла и ОДУ даётся после специально предложенных процедур определения биологических ориентиров (целевых, буферных, граничных) и ПРП, изложенных в методических рекомендациях [7].

Управление запасом необходимо начинать с определения трёх типов ориентиров: граничных, буферных и целевых. Каждый тип ориентиров имеет две трактовки: состояние запаса ( $B$ ) и интенсивность промысла ( $\varphi_F$ ).

*Целевые ориентиры.* В основе методики расчёта целевого ориентира по биомассе ( $B_{tr}$ ) лежит параболическая связь прибавочной продукции (прирост биомассы  $Y_{\text{прод.}}$ ) с биомассой запаса. Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ( $B_{tr} = B_{MSY}$ ) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ( $C_{tr} = Y_{MSY}$ ). Эти параметры позволяют рассчитать целевой ориентир по интенсивности промысла  $\varphi_{F_{tr}} = \varphi_{F_{MSY}}$ :

$$\varphi_{F_{tr}} = C_{tr}/B_{tr}. \quad (2)$$

Расчитанные показатели указывают на максимально продуктивную биомассу и величину промысловой смертности, которая достигалась в рассматриваемый временной период и при которой промысловое использование запаса будет наиболее эффективно. При дальнейшем поддержании стратегии удержания запаса на данном уровне система запас-промысел будет находиться в равновесном состоянии.

*Граничные ориентиры.* Граничный ориентир биомассы запаса ( $B_{lim}$ ) указывает на её значение, ниже которой запас не должен опускаться с высокой степенью вероятности, поскольку включённая в эту величину промысловой биомассы биомасса производителей призвана гарантировать восстановление запаса от перелова по пополнению (либо по росту) при значительном ограничении или прекращении промысла.

Показатель  $B_{lim}$  определён как минимальная наблюдаемая биомасса промыслового запаса, включающих в себя и биомассу родительского стада, в годы с относительно благополучным его состоянием.

$\varphi_{F_{lim}}$  в данном случае – это показатель такой интенсивности промысла, при достижении которой продукция запаса изымается полностью с риском его сокращения ниже значения  $B_{lim}$  и определяется по уравнению:

$$\varphi_{F_{lim}} = C_{lim}/B_{lim}. \quad (3)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже  $B_{lim}$  или увеличение промысловой смертности выше  $\varphi_{F_{lim}}$  указывают на высокую вероятность подрыва запаса с необходимостью запрета промысла.

*Буферные ориентиры.* Буферный (предосторожный) ориентир ( $B_{pa}$ ) определяет величину биомассы запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастает риск снижения биомассы до уровня  $B_{lim}$ . Этот предосторожный ориентир определяется исходя из величины  $B_{lim}$  и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times e^{1,645s}, \quad (4)$$

где  $s$  – мера неопределённости, выражаемая через коэффициент вариации биомассы производителей.

Буферный ориентир по промысловой смертности ( $\varphi_{F_{pa}}$ ) определялся по уравнению:

$$\varphi_{F_{pa}} = C_{pa}/B_{pa}. \quad (5)$$

Буферные ориентиры позволяют своевременно влиять на интенсивность промысла, тем самым предупреждая снижение биомассы запаса до уровня  $B_{lim}$ .

Таким образом, рассчитав необходимые ориентиры и зная текущее состояние запаса можно определить величину вылова и необходимую интенсивность промысла. При этом тактика управления запасом в графической форме разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых

устанавливается определённый режим промысла. Текущее или прогнозное значение биомассы запаса ( $B_i$ ) оказывается в конкретной зоне, исходя из отношения к граничным ориентирам, и отсюда могут проявиться три тактических сценария (режима) управления запасом при конкретно определяемой (рекомендуемой) интенсивности промысла (в значениях действительных коэффициентов  $\varphi_{Frec}$ ):

Запас подорван, полный запрет промысла,  $0 \leq B_i \leq B_{lim}$ :

$$\varphi_{Frec} = 0.$$

Восстановление запаса,  $B_{lim} \leq B_i \leq B_{tr}$ :

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}}.$$

Эксплуатация восстановленного запаса,  $B_i \geq B_{tr}$ :

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} = const.$$

#### 1.4 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Анализ компонентов целевой функции модели для каждой из трёх морфо-экологических групп показал наличие уверенных сигналов о биомассе нерестового запаса (SSB) в терминальный год как от данных по возрастному составу уловов, так и от данных по 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 1.12.

Восстановленная в ПК TISVPA динамика биомассы нерестовой части (SSB) и общей биомассы (TSB), а также пополнения для каждой МЭГ представлены на рисунке 1.13.

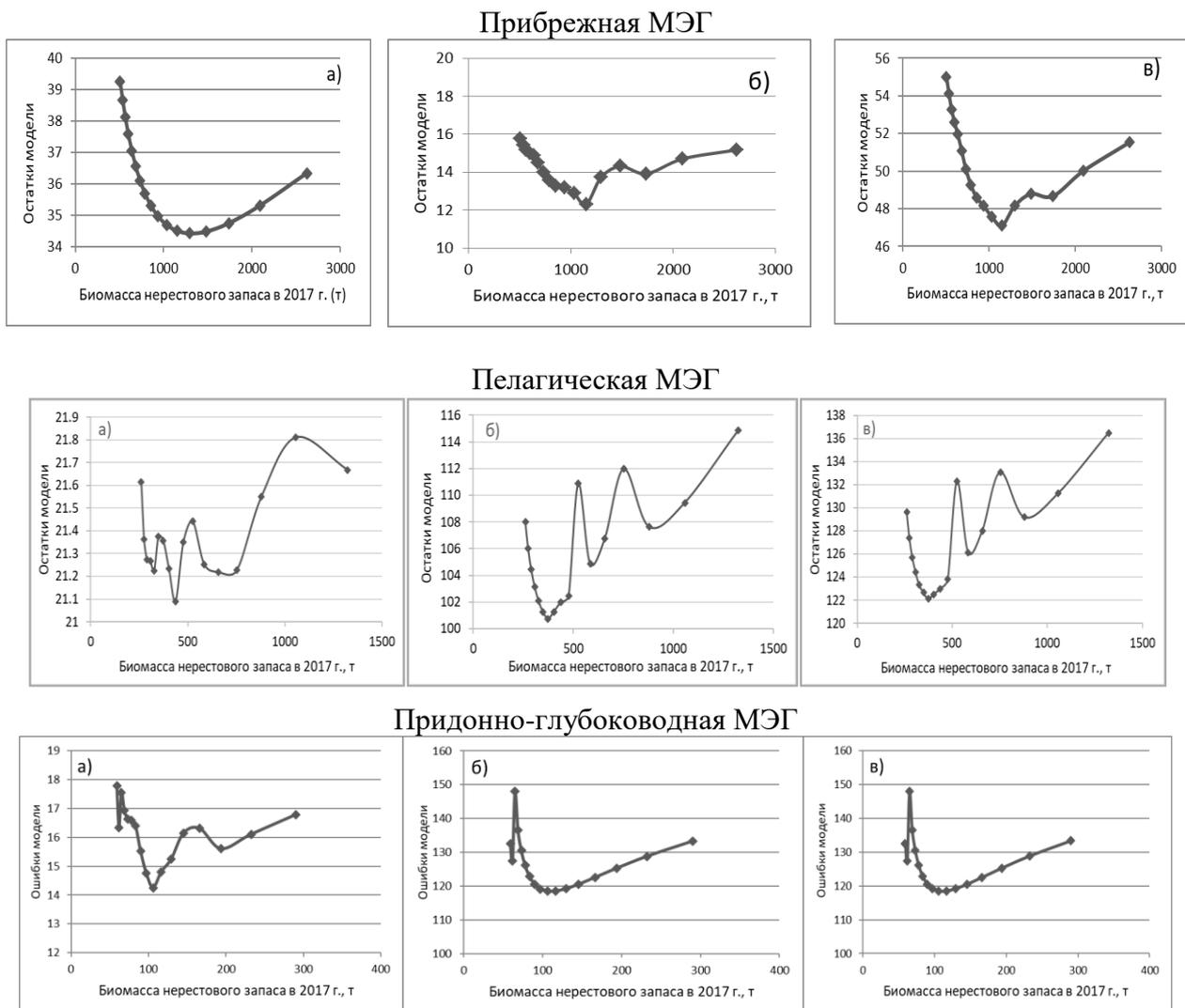
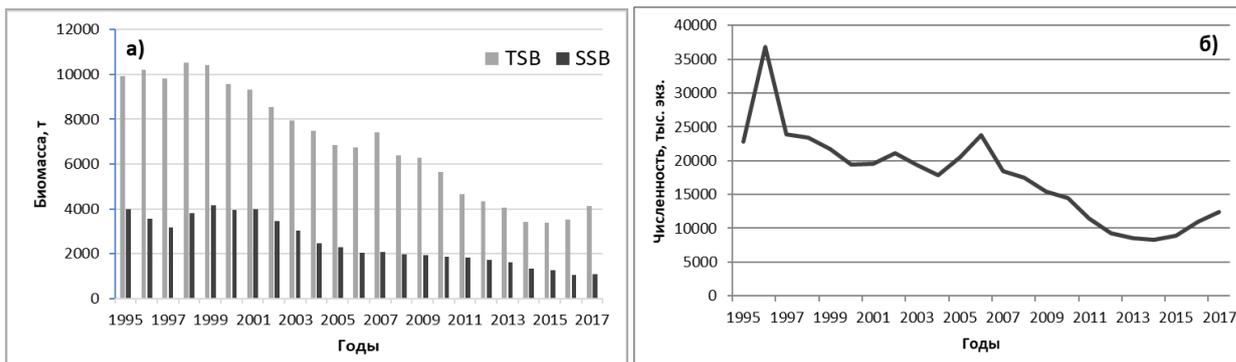
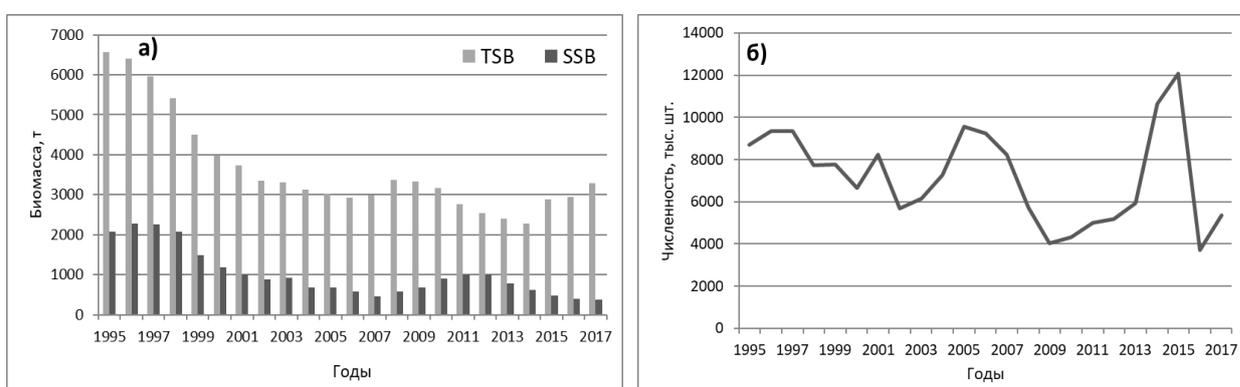


Рисунок 1.12 – Профили компонент целевой функции модели TISVPA для трёх МЭГ байкальского омуля: а) данных по возрастному составу уловов, б) данных по CPUE, в) общей целевой функции

### Прибрежная МЭГ



### Пелагическая МЭГ



### Придонно-глубоководная МЭГ

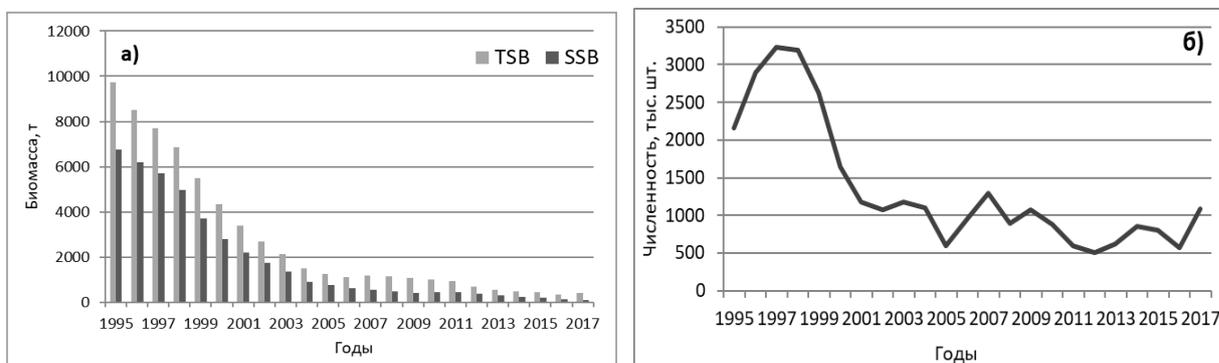


Рисунок 1.13 – Результаты моделирования: а) динамика биомассы нерестовой части и общей биомассы каждой МЭГ; б) динамика пополнения каждой МЭГ (для прибрежной и пелагической МЭГ – в возрасте 2+; для придонно-глубоководной МЭГ - в возрасте 5+)

Динамика суммарной биомассы трёх морфо-экологических групп представлена на рисунке 1.14.

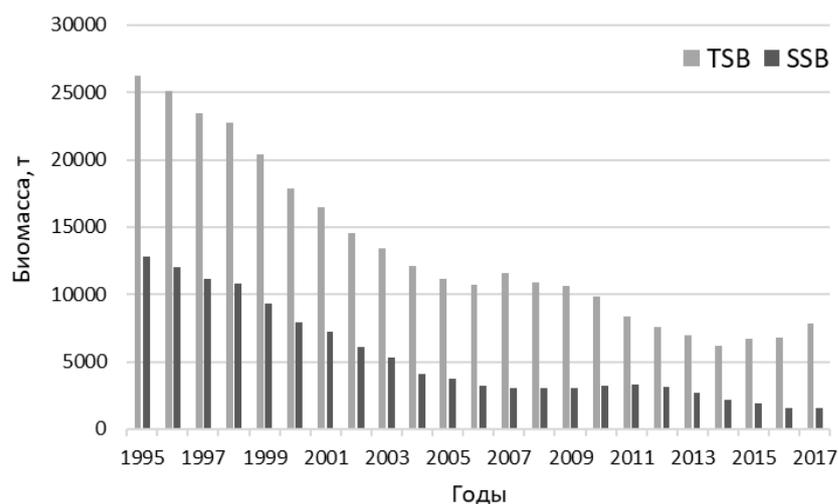


Рисунок 1.14 – Динамика биомассы общего (TSB) и нерестового (SSB) запаса байкальского омуля (три МЭГ)

Динамика биомассы нерестовой части и общей биомассы имеет тенденцию к снижению для каждой МЭГ (рисунок 1.14). Вероятнее всего, это связано с высокой промысловой нагрузкой, в том числе, с ННН-промыслом. Объёмы ННН-промысла в отдельные годы были почти соизмеримы официальному вылову [9, 10]. Кроме того, промысел изымал рыб, не успевших отнереститься, что привело к уменьшению пополнения, особенно прибрежной и придонно-глубоководной МЭГ. В то же время, для пелагической МЭГ отмечены высокоурожайные поколения 2005, 2006, 2014 и 2015 гг., что привело к увеличению общего запаса пелагической МЭГ в 2011–2012 гг. и в последние годы промысла.

Увеличение промысловой нагрузки на запас подтверждено рассчитанными оценками мгновенного коэффициента промысловой смертности. На рисунке 1.15 представлена динамика  $F_{bar}$  – усреднённого значения мгновенного коэффициента промысловой смертности основных облавливаемых возрастных групп исследуемых МЭГ за каждый год (для прибрежной – от 4 до 8; для пелагической – от 4 до 10; для придонно-глубоководной – от 6 до 13).

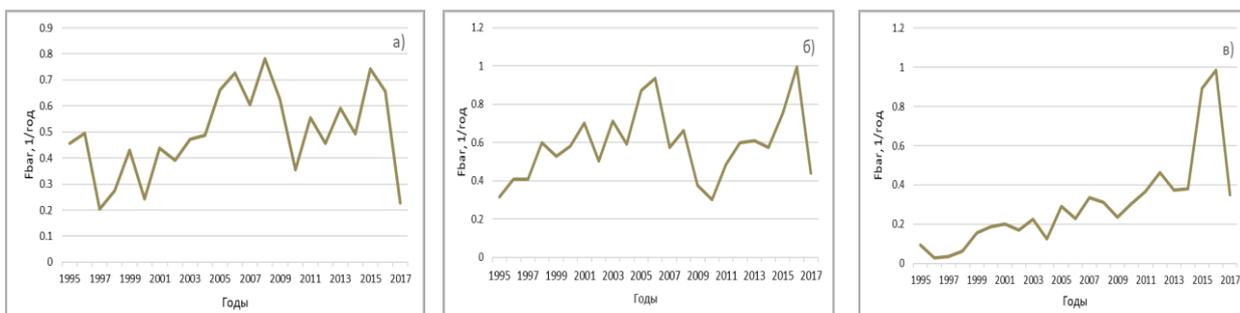


Рисунок 1.15 – Оценки мгновенного коэффициента промысловой смертности для а) прибрежной МЭГ, б) пелагической МЭГ, в) придонно-глубоководной МЭГ

Итоговые оценки биомассы для каждой МЭГ и всего запаса байкальского омуля представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – 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
3 МЭГ	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

Таким образом, увеличение общей биомассы запаса байкальского омуля в последние годы промысла произошло за счёт небольшого увеличения общей биомассы прибрежной и пелагической МЭГ. В то же время, нерестовая часть запаса имеет устойчивую тенденцию к уменьшению за весь рассматриваемый период, и в последние годы промысла её увеличения не отмечено. Однако оценки, полученные для придонно-глубоководной МЭГ за период с 1995 по 1999 гг., следует рассматривать с осторожностью, поскольку диагностика полученных результатов показала смещение этих оценок в сторону завышения.

## 1.5 Определение биологических ориентиров

Существовавший до последнего времени режим промысла омуля был достаточно стабилен с 1982 по 2004 гг., и базировался на относительном постоянстве общих показателей численности и биомассы омуля в этот период, соответствующим экологическим условиям, сложившимся в Байкале (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Численность, биомасса и общий допустимый улов омуля в озере Байкал в 1982–2004 гг.

<b>Параметр</b>	<b>Колебания</b>	<b>Средняя</b>
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

Колебания представленных характеристик в данный период изменялись в относительно узком интервале. Разрабатываемые величины возможного вылова в принципе соответствовали фактическим уловам. Выявленных трендов снижения состояния запасов и ухудшения биологических характеристик, как в целом смешанного стада байкальского омуля, так и его отдельных экологических групп, не отмечалось. Представленные показатели приняты в качестве эталонных для оценки стабильного состояния запасов омуля в озере Байкал.

Снижение запасов омуля после 2017 г. по сравнению с 1982–2004 гг., согласно проведённому анализу, достигло критического состояния, и находится ниже минимальной границы принятых эталонных оценок стабильного состояния запасов (таблица 1.8).

В качестве ориентира относительно благополучного состояния промыслового запаса байкальского омуля могут выступать его биологические показатели в 1995–2004 гг., в частности рост и возраст. Изменения в росте прослеживаются у всех МЭГ байкальского омуля, но наиболее отчётливо это видно у пелагической группы. На рисунке 1.16

показано изменение средней массы пелагического омуля по возрастам в 1995-2022 гг.

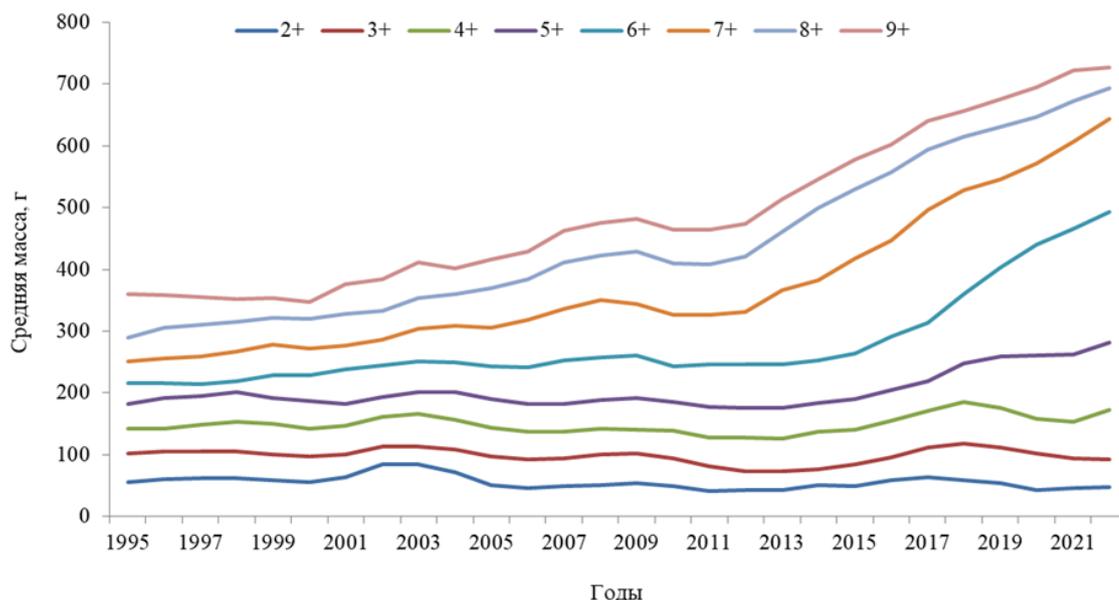


Рисунок 1.16 – Средняя масса пелагического омуля по возрастным группам

Увеличение средней массы особей началось в 2012 г., в 2017 г. отмечен резкий рост этого показателя, который сохраняется и в текущем году (рисунок 1.16). Изменение роста хорошо прослеживается у старших возрастных групп, в частности в нерестовом стаде, состоящем из рыб, начиная с 7+. Увеличение темпа роста привело к ускоренному созреванию омуля и снижению среднего возраста нерестового стада (таблица 1.9). В текущем году биологические характеристики не отвечают требуемым ориентирам (рисунок 1.16, таблица 1.9).

Таблица 1.9 – Средние показатели массы (W), промысловой длины (L) и возраста (T) производителей в нерестовом стаде пелагического омуля

Годы	Показатели		
	W, г	L, см	T, лет
1995-2004 (ориентир)	381,0	32,0	8,5
2022	681,8	38,0	7,9
Изменение	+300,8	+6,0	-0,6

## 1.6 Уровень воспроизводства байкальского омуля

Общая численность нерестовых стад байкальского омуля, заходящих в основные реки для воспроизводства, за все годы наблюдений колебалась в пределах от 0,8 до 9,4 млн экз. Наибольшие по численности подходы производителей байкальского омуля 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 экз. производителей байкальского омуля. Численность байкальского омуля, заходившего на нерест в речки Посольского сора и полностью переведённого на искусственное воспроизводство, изменялась от 0,01 до 1,00 млн экз. По сравнению с вышеперечисленными реками суммарная численность производителей омуля, заходивших на нерест в реки Чивыркуйского залива и в реки Кичеру, Кика и Турка, а также в некоторые другие малые реки бассейна оз. Байкал незначительна (менее 0,05 млн экз.), и какой-либо заметной роли в формировании промысловых стад они не играют. Однако, роль малых рек очевидна в сохранении биологического разнообразия байкальского омуля.

Данные по численности нерестовых стад омуля за последние 11 лет представлены на рисунке 1.17.

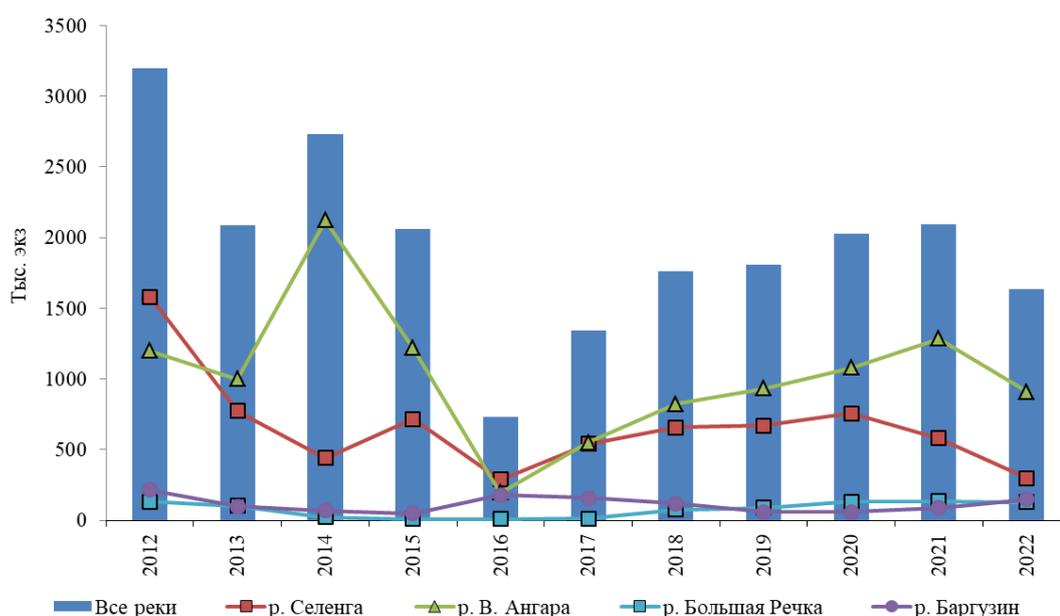


Рисунок 1.17 – Численность нерестовых стад байкальского омуля в 2012-2022 гг., млн экз.

В 2016 г. численность заходящих в реки производителей была критически ниже среднееголетних значений (4300 тыс. экз.) – 800 тыс. экз. В 2020-2021 гг. численность нерестовых стад увеличилась и находилась в пределах 2000 тыс. экз. (2019 г. – 1800 тыс. экз.), а в 2022 г. отмечено снижение численности производителей – 1634 тыс. экз.

Наблюдения за скатом личинок байкальского омуля в основных нерестовых реках Байкала проводятся с середины 60-х гг. Начало мониторинга совпало с депрессией запасов байкальского омуля, приведших к введению первого запрета на лов в 1969-1975 гг. (рисунок 1.18), когда вплоть до 1972 г. скат личинок был минимальным (в среднем – 980 млн личинок).

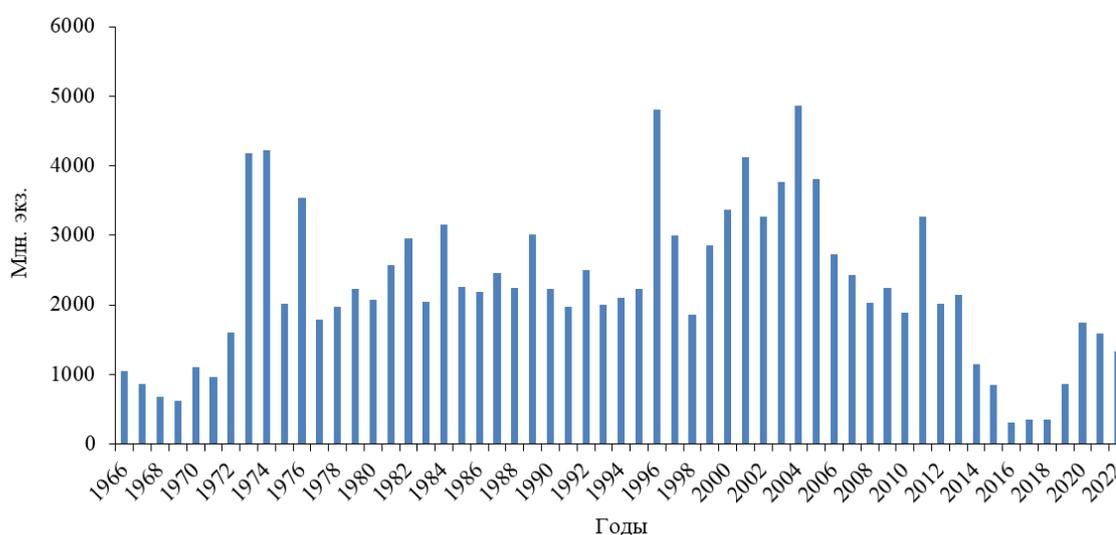


Рисунок 1.18 – Численность личинок омуля, скатившихся в озеро Байкал, в 1966-2022 гг. (млн экз.)

С 1973 до 2012 годы, несмотря на межгодовые колебания (1800-4800 млн личинок), средний уровень ската составил 2700 млн личинок байкальского омуля. После 2013 года уровень воспроизводства резко снизился. Так, в 2016-2018 гг. отмечен исторический минимум ската личинок омуля (в среднем – 333 млн личинок). Начиная с 2019 г. наметилась тенденция увеличения количества скатывающихся личинок. В 2022 году скатилось 1330 млн молоди омуля. Количество личинок омуля, скатившихся

из отдельных рек за последние 15 лет (по количеству обитающих в Байкале поколений), приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Количество скатывающихся личинок омуля из основных нерестовых рек Байкала, млн экз.

Год	Реки			Всего
	Селенга	В. Ангара	бассейн Посольского сора	
2008	891	780	353	2024
2009	1524	370	353	2247
2010	1311	400	174	1885
2011	1911	818	545	3274
2012	636	526	850	2012
2013	1132	324	691	2147
2014	357	260	536	1153
2015	290	432	126	848
2016	60	205	38	303
2017	168	105	55	328
2018	207	72	70	349
2019	318	155	389	862
2020	1186	53	474	1713
2021	346	425	818	1589
2022	481	511	338	1330

Сохранение относительно стабильного положения с пополнением омуля на протяжении многих лет (до 2013 г.) во многом было связано с деятельностью рыбоводных заводов.

Объёмы заготовки производителей в рыбоводных целях до 2014 г. находились в пределах 6-11 % от численности нерестовых стад омуля, заходящих в реки Селенга и Баргузин, а также в реки Посольского сора, на которых расположены рыбоводные заводы. В 2015-2017 гг. вылов производителей составил минимальную величину – 0,01 млн экз., в 2020 и 2021 г. – 0,13 млн экз.

Выпуск личинок с рыбоводных заводов за последнее десятилетие (2012-2021 гг.) составил в среднем 436 млн экз. или 38,7 % от общей численности скатившейся личинок омуля в Байкал (рисунок 1.19).

В 2016-2018 гг. была отмечена тенденция снижения эффективности работы байкальских рыбоводных заводов. Начиная с 2019 г. искусственное

воспроизводство омуля осуществляют только на Большереченском рыбоводном заводе, воспроизводящем популяцию придонно-глубоководного омуля, заходящего в реки Посольского сора. В 2020 и 2021 гг. выпуск личинок возрос и составил 474-720 млн экз. Для примера, в 2019 г. выпустили 389 млн. В 2022 г. в связи с реконструкцией Большереченского рыбоводного завода было выпущено в Байкал 338 млн шт. омулёвой молоди.

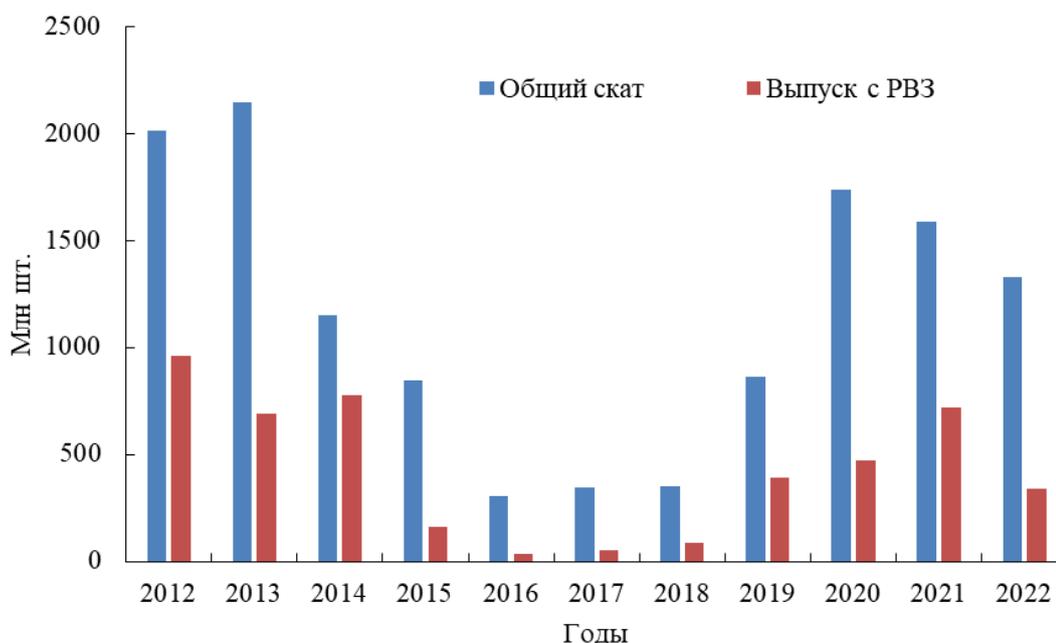


Рисунок 1.19 – Динамика численности личинок байкальского омуля, скатывавшихся в озеро Байкал, в 2012-2022 гг. (млн экз.)

### 1.7 Диагностика полученных результатов

Об устойчивости модельных оценок можно судить по результатам ретроспективной диагностики, в рамках которой проводились расчёты с последовательным исключением последнего года из исходных данных. Смещение оценок в сторону завышения (по сравнению с итоговыми оценками) для пелагической и прибрежной МЭГ в последние годы может говорить о занижении финальных значений их нерестовой части биомассы (рисунок 1.20).

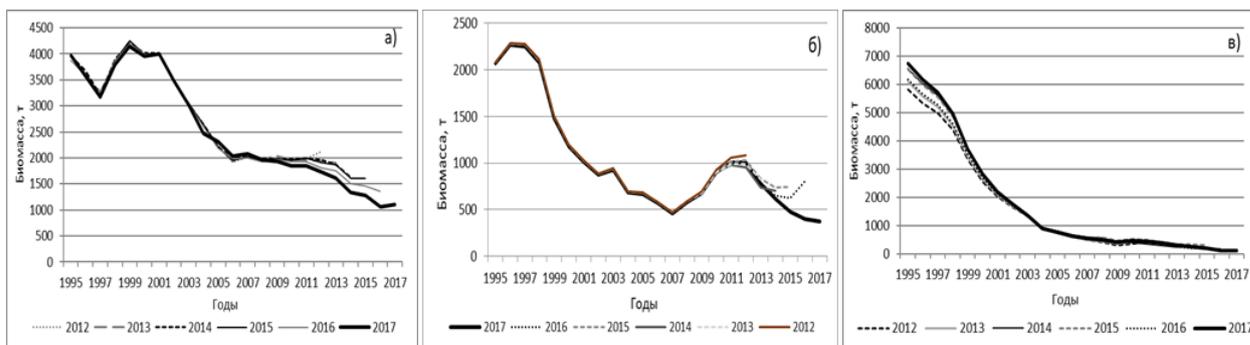


Рисунок 1.20 – Результаты ретроспективной диагностики оценок биомассы нерестовой части МЭГ: а) прибрежной, б) пелагической, в) придонно-глубоководной

Что касается придонно-глубоководной МЭГ, то уменьшение полученных значений в начале исследуемого периода может указывать, наоборот, на завышение итоговых оценок до 1999 г.

Таким образом, разброс оценок, полученный в ходе диагностики результатов, свидетельствует о присутствии зашумлённости в первичных данных. Тем не менее, это не меняет вывода о сокращении биомассы как общей, так и нерестовой общего стада байкальского омуля.

## 1.8 Прогнозирование состояния запаса

Базовыми для расчёта численности омуля для 2024 г. являются данные ретроспективного анализа, полученные в ПК TISVPA, которые приведены в таблицах 1.11, 1.12, 1.13. Прогноз состояния каждой МЭГ выполнен с учётом вылова омуля в 2018-2022 гг. Итоговые оценки численности и биомассы запаса байкальского омуля представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.11 – Результаты расчёта численности пелагической МЭГ байкальского омуля в ПК ТISVPA

Показатель	Год промысла									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Улов, тыс. экз.	1644	1502	2133	1958	2150	2222	2412	2005	2606	1170
Возраст, годы	Возрастной состав уловов, %									
2	0,4	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,5	0,3
3	3,1	1,5	1,6	0,5	0,6	1,4	1,8	1,3	2,6	1,5
4	12,5	9,7	8,4	3,1	3,4	3,6	11,8	13,3	16,2	17,9
5	21,5	23,2	20,5	9,3	9,3	24,4	32,1	28,2	32,8	37,6
6	18,6	21,2	25,2	17,8	17,4	24,9	21,0	28,9	22,9	20,8
7	16,9	20,0	21,8	21,3	23,6	15,9	12,0	8,5	12,6	11,6
8	17,4	18,2	17,0	28,8	25,1	16,2	11,7	7,7	8,1	6,9
9	7,7	5,3	4,6	14,0	14,7	9,2	6,5	6,3	2,8	2,5
10	1,7	0,7	0,6	3,9	4,8	3,3	2,3	4,3	1,0	0,6
11	0,2	0,2	0,2	0,9	0,8	0,8	0,6	1,2	0,4	0,2
12	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	Промысловая смертность F									
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,04	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,04	0,03
5	0,13	0,09	0,09	0,14	0,17	0,20	0,22	0,29	0,31	0,11
6	0,23	0,18	0,15	0,25	0,32	0,32	0,36	0,48	0,63	0,21
7	0,40	0,24	0,23	0,34	0,44	0,47	0,44	0,61	0,83	0,32
8	0,70	0,46	0,36	0,62	0,71	0,77	0,76	0,90	1,35	0,55
9	1,59	0,65	0,59	0,84	1,22	1,07	1,08	1,44	1,75	0,85
10	1,55	0,98	0,65	1,17	1,26	1,36	1,08	1,49	2,06	1,00
11	1,58	0,83	0,72	1,26	1,70	1,52	1,25	1,42	1,54	1,00
12	1,58	0,83	0,72	1,26	1,70	1,52	1,25	1,42	1,54	1,00
	Численность N, тыс. экз.									
2	5716	4031	4333	4993	5180	5928	10629	12072	3697	5354
3	5522	3828	2701	2903	3344	3470	3971	7121	8088	2474
4	4551	4056	2819	1983	2138	2462	2549	2916	5245	5943
5	3549	3437	3086	2116	1502	1603	1840	1835	2107	3893
6	1956	2565	2529	2226	1527	1043	987	1090	1100	1187
7	978	1303	1783	1699	1461	921	539	516	515	469
8	432	551	818	1105	1001	766	470	262	249	180
9	147	156	252	410	453	379	294	172	87	49
10	32	23	59	108	122	101	107	85	33	12
11	4	5	7	26	23	22	19	30	12	3
12	0	0	2	6	7	3	4	6	2	2
всего	22887	19955	18389	17575	16758	16698	21409	26105	21135	19566
с t=8	615	735	1138	1655	1606	1271	894	555	383	246

Таблица 1.12 – Результаты расчёта численности прибрежной МЭГ байкальского омуля в ПК TISVPA

Показатель	Год промысла									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Улов, тыс. экз.	7278	7343	6384	7702	6864	6355	4896	4086	3186	1602
Возраст, годы	Возрастной состав уловов, %									
2	1,8	3,8	3,6	4,4	4,8	3,7	3,0	3,3	3,7	5,5
3	6,8	7,8	4,3	6,9	8,7	6,1	4,3	4,1	6,7	10,0
4	17,8	19,1	14,2	14,6	14,8	13,6	14,1	9,0	15,4	17,0
5	27,3	34,6	32,0	25,1	22,8	22,5	27,0	18,3	23,3	25,4
6	24,2	23,0	31,9	27,9	25,3	27,2	28,8	29,8	28,1	24,6
7	13,4	8,5	10,8	14,2	16,0	17,6	15,6	21,9	15,4	11,9
8	6,2	2,4	2,5	4,7	5,9	6,6	5,4	9,9	4,1	3,6
9	2,3	0,6	0,6	1,6	1,3	2,2	1,4	2,7	2,6	1,7
10	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	0,5	0,2
11	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1
12	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	Промысловая смертность F									
2	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
3	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02
4	0,17	0,14	0,09	0,13	0,11	0,14	0,12	0,16	0,15	0,06
5	0,43	0,37	0,23	0,33	0,28	0,35	0,30	0,42	0,38	0,15
6	0,87	0,71	0,41	0,63	0,52	0,67	0,56	0,83	0,74	0,26
7	1,20	0,94	0,52	0,83	0,67	0,88	0,73	1,13	0,99	0,33
8	1,24	0,97	0,53	0,85	0,69	0,91	0,75	1,17	1,02	0,33
9	1,56	1,17	0,61	1,01	0,80	1,09	0,88	1,45	1,24	0,38
10	1,83	1,32	0,66	1,13	0,88	1,22	0,97	1,68	1,41	0,41
11	1,83	1,32	0,66	1,13	0,88	1,22	0,97	1,68	1,41	0,41
12	1,83	1,32	0,66	1,13	0,88	1,22	0,97	1,68	1,41	0,41
	Численность N, тыс. экз.									
2	17459	15487	14411	11410	9304	8492	8319	8898	10957	12459
3	11970	11321	9997	9337	7335	5970	5457	5379	5751	7101
4	10958	8444	7975	7187	6587	5130	4184	3886	3821	4081
5	6451	7451	5658	5645	4914	4551	3456	2847	2689	2615
6	3269	3505	4116	3346	3243	2945	2598	1947	1612	1541
7	1538	1163	1436	2021	1354	1499	1173	1134	687	626
8	605	387	377	642	734	461	444	412	276	194
9	128	127	122	163	212	275	109	150	78	84
10	22	11	35	51	40	75	74	31	26	12
11	6	3	1	13	11	13	18	24	4	4
12	3	3	2	10	8	2	4	2	3	0
всего	52409	47902	44130	39825	33742	29413	25836	24710	25904	28717
с t=6	5571	5199	6089	6246	5602	5270	4420	3700	2686	2461

Таблица 1.13 – Результаты расчёта численности придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля в ПК ТИСУРА

Показатель	Год промысла									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Улов, тыс. экз.	307	211	405	413	449	334	281	324	310	104
Возраст, годы	Возрастной состав уловов, %									
5	5,1	5,1	8,0	8,6	8,5	4,2	8,1	4,3	7,9	11,9
6	11,9	11,9	22,2	13,7	10,8	5,3	15,0	8,8	16,4	12,1
7	15,9	15,9	26,9	18,6	15,3	7,0	14,9	17,9	21,8	22,5
8	11,0	11,0	16,3	20,5	18,8	11,1	19,1	21,8	21,2	25,0
9	9,5	9,5	9,7	16,4	21,6	20,3	17,3	18,3	13,6	14,1
10	12,6	12,6	7,6	11,3	15,5	25,4	15,7	14,7	11,4	7,8
11	13,3	13,3	5,0	6,1	5,2	22,2	7,1	6,1	5,4	3,9
12	12,0	12,0	2,6	3,0	2,9	3,3	1,9	3,3	1,7	2,0
13	5,8	5,8	1,2	1,2	0,9	0,7	0,3	3,0	0,2	0,4
14	2,3	2,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	1,7	0,2	0,1
15	0,6	0,6	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2
	Промысловая смертность F									
5	0,01	0,03	0,05	0,05	0,06	0,02	0,04	0,02	0,03	0,03
6	0,05	0,06	0,15	0,10	0,10	0,05	0,10	0,07	0,09	0,03
7	0,18	0,08	0,17	0,17	0,17	0,07	0,15	0,23	0,19	0,08
8	0,18	0,12	0,14	0,18	0,28	0,15	0,26	0,48	0,37	0,17
9	0,25	0,09	0,28	0,21	0,31	0,47	0,33	0,59	0,51	0,22
10	0,41	0,21	0,33	0,60	0,33	0,64	0,70	0,75	0,75	0,30
11	0,56	0,40	0,41	0,47	0,69	0,92	0,33	1,02	0,57	0,32
12	0,88	0,64	0,37	0,48	0,48	1,28	0,17	0,36	0,76	0,23
13	1,15	0,82	0,32	0,31	0,32	0,21	0,45	0,68	0,48	0,23
14	0,25	0,07	1,16	0,38	0,42	0,75	0,82	0,71	0,23	0,19
15	0,55	0,16	1,05	0,33	0,37	1,07	1,11	0,63	0,80	0,29
	Численность N, тыс. экз.									
5	984	1016	768	504	398	436	551	496	339	624
6	1066	751	780	578	372	289	330	414	372	248
7	589	800	568	558	417	261	213	233	296	255
8	226	424	597	383	386	280	186	142	143	183
9	310	152	307	411	243	240	188	113	68	70
10	234	205	101	199	255	124	138	109	46	25
11	127	134	127	53	105	121	46	68	34	10
12	65	59	73	66	21	43	42	18	13	5
13	27	23	26	35	29	6	18	19	2	1
14	25	9	9	13	17	13	2	9	4	1
15	13	11	3	5	6	8	7	1	3	2
всего	3666	3584	3359	2805	2249	1821	1721	1622	1320	1424
с t=9	801	593	646	782	676	555	441	337	170	114

Таблица 1.14 – Прогнозируемые на 2019-2024 гг. оценки численности и биомассы байкальского омуля (общее стадо)

Возраст	Численность, тыс. экз.						Биомасса, т					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2	7955,7	6945,2	11329,4	12155,3	18752,1	21721,3	466,9	363,5	551,2	590,2	938,5	1085,9
3	5630,3	5283,3	4623,1	7531,6	8110,6	12432,2	749,8	615,0	433,9	700,6	750,1	1161,9
4	8710,7	4144,4	3880,7	3392,1	5547,1	5976,0	1727,0	782,2	606,1	566,5	918,9	1009,5
5	5893,9	7021,2	3417,5	3254,8	3190,4	4895,2	1621,8	1921,7	841,2	837,5	812,5	1255,8
6	6301,3	4187,9	5003,5	2336,5	2331,5	2350,8	2369,3	1531,3	1844,5	818,8	931,0	962,6
7	3927,8	4593,2	2738,2	3310,2	1460,3	1618,1	1950,3	2375,9	1286,7	1653,4	668,0	866,2
8	1233,7	2434,5	2822,1	1627,7	1946,8	856,2	671,5	1436,0	1725,3	908,8	1117,5	459,6
9	469,4	657,2	1277,9	1459,7	873,2	1015,1	283,7	419,4	849,0	983,8	554,1	659,6
10	175,1	249,6	333,1	629,0	709,1	452,4	115,1	173,7	231,4	437,1	495,8	312,0
11	50,7	81,9	116,6	152,3	278,5	312,3	34,8	58,6	83,1	109,7	202,0	227,3
12	8,4	19,5	32,1	45,1	57,9	106,1	5,9	14,6	24,3	34,7	44,9	81,0
13	1,3	1,6	3,0	6,1	6,8	5,2	0,9	1,2	2,2	4,5	5,0	3,9
14	0,6	0,5	0,6	1,1	2,2	2,5	0,5	0,4	0,5	1,0	2,0	2,2
15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8
<b>Всего</b>	<b>40359,1</b>	<b>35620,2</b>	<b>35578,0</b>	<b>35901,7</b>	<b>43266,9</b>	<b>51744,2</b>	<b>9997,6</b>	<b>9693,7</b>	<b>8479,6</b>	<b>7646,8</b>	<b>7440,7</b>	<b>8088,3</b>

Биомасса всех экологических групп омуля, согласно проведённым расчётам, в 2022 г. определена в 7,65 тыс. т (2020 г. – 9,69; 2021 г. – 8,48 тыс. т). Подробная информация о величине нерестовой части и общей биомассы каждой МЭГ приведена в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Оценки нерестовой части и общей биомассы каждой МЭГ 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
3 МЭГ	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

Также динамика SSB и TSB для трёх морфо-экологических групп графически представлена на рисунках 1.21, 1.22, 1.23.

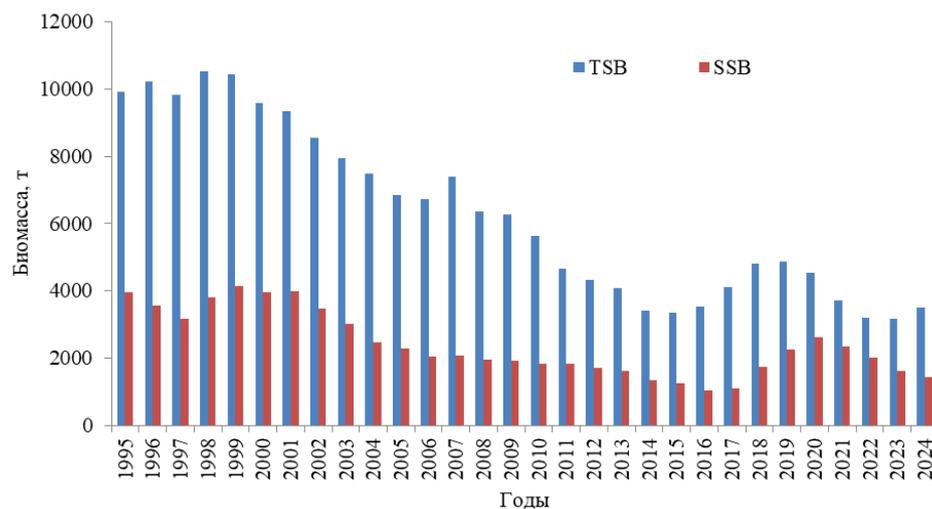


Рисунок 1.21 – Динамика общей и нерестовой биомасс прибрежной МЭГ байкальского омуля за период 1995-2024 гг.

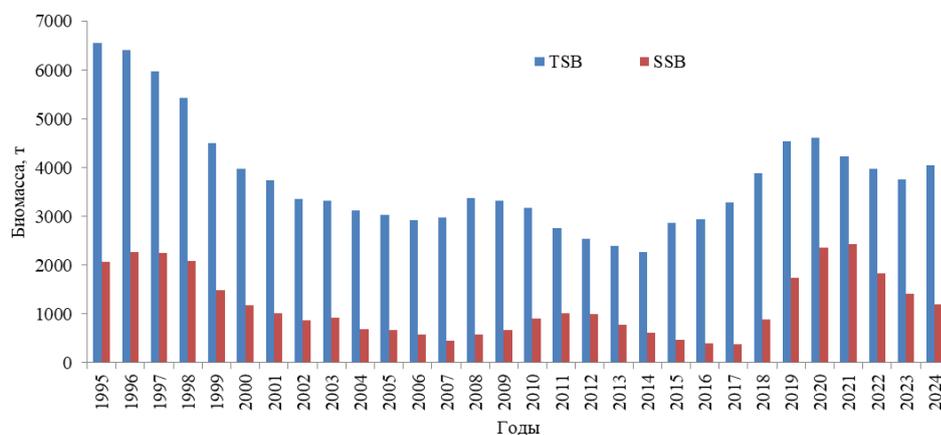


Рисунок 1.22 – Динамика общей и нерестовой биомасс пелагической МЭГ байкальского омуля за период 1995-2024 гг.

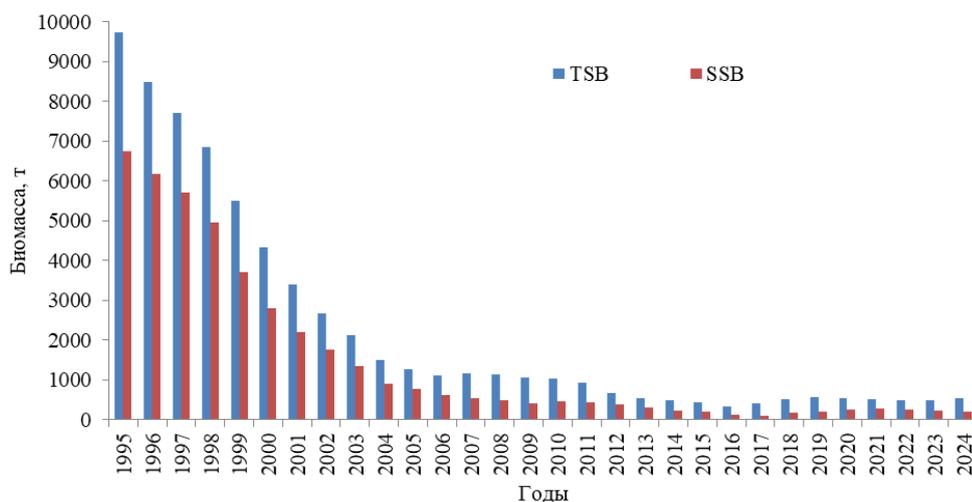


Рисунок 1.23 – Динамика общей и нерестовой биомасс придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля за период 1995-2024 гг..

Полученные результаты демонстрируют стабилизацию и постепенное восстановление нерестовой части и общей биомассы прибрежной и пелагической МЭГ байкальского омуля. Однако демографическая яма и минимальное пополнение 2016-2018 гг. всех популяций байкальского омуля (см. таблицу 1.10) привело к снижению показателей начиная с 2021 г., что наиболее выражено у пелагической МЭГ байкальского омуля. Подтверждением этого служит минимальное количество рыб этих лет рождения по результатам контрольных обловов закидным неводом в 2021 и 2022 гг. (см. рисунок 1.9 и таблицу 1.6).

Что касается придонно-глубоководной МЭГ байкальского омуля, то в отношении неё сохраняется неопределённость, связанная с поздним по сравнению с пелагическим и прибрежным байкальским омулем началом залова как в промышленные, так и в контрольные орудия лова, что может быть обусловлено глубоководным обитанием данной морфогруппы. Кроме этого, исследованиями последних лет установлено, что до мест нагула (Посольский сор) доходит не более половины личинок байкальского омуля, выпущенных Большереченским РЗ. В 2022 г. отмечен ещё один фактор неопределённости. В связи с реконструкцией Большереченского рыбоводного завода собранная рыбоводная икра была перевезена для инкубации на Селенгинский экспериментальный рыбоводный завод с последующим выпуском личинок в р. Селенгу, тогда как выпуск молоди должен осуществляться в р. Большая Речка.

Таким образом, величина общего запаса байкальского омуля в 2024 г. оценивается несколько выше таковой в 2023 г. (7,44 тыс. т) и может составить 8,09 тыс. т.

Количественная оценка численности и биомассы байкальского омуля в 2022 г., выполненная на основе данных гидроакустической съёмки, проведённой в пределах четырёх рыбопромысловых акваторий озера Байкал (Селенгинское мелководье, Северный Байкал, Малое море, Баргузинский залив), дала результаты, не противоречащие аналитическому оцениванию

запасов, а именно: 39,9 млн экз. и 5,9 тыс. т – по данным акустики, 43,3 млн экз. и 7,6 тыс. т – по расчётным данным.

При этом нужно отметить, что акустическому исследованию подверглась не вся акватория озера, а только основные рыбопромысловые районы.

### 1.9 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ

Для оценки сценариев управления промыслом байкальского омуля, исходя из прогнозируемой биомассы его запаса, проведён анализ промысловых показателей запаса с помощью ориентиров управления и ПРП [5].

В основе расчёта ориентиров лежит вычисленная параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы) от биомассы запаса (рисунок 1.24).

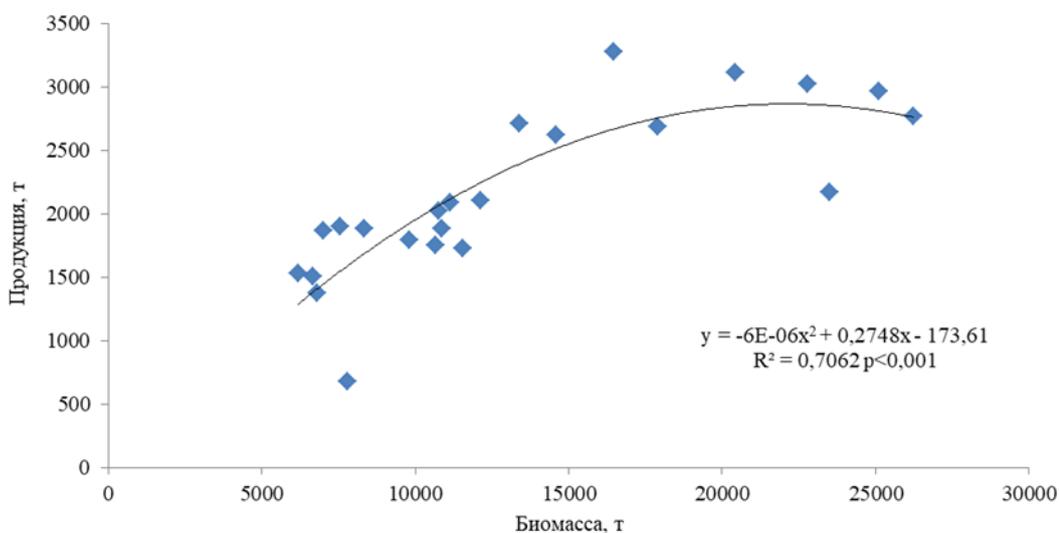


Рисунок 1.24 – Зависимость продукции от биомассы запаса омуля

Точка перегиба соответствует биомассе ( $B_{tr}$ ), позволяющей получить максимальную продукцию запаса – вылов ( $C_{tr}$ ). Исходя из рисунка 1.24, перегиб параболической кривой наблюдается в точке  $B_{tr}$  – 22900 т,  $C_{tr}$  – 2973 т. Расчёт ориентиров, необходимых для определения стратегии регулирования промысла приведён в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Ориентиры управления запасом стада омуля

Ориентиры биомассы, т			Прогноз биомассы на 2023 г. $B_i$	Производство, т			Интенсивность промысла		
Целевой ( $B_{tr}$ )	Граничный ( $B_{lim}$ )	Буферный ( $B_{pa}$ )		$C_{tr}$	$C_{lim}$	$C_{pa}$	$\varphi F_{tr}$	$\varphi F_{lim}$	$\varphi F_{pa}$
22900	12116	15767	7880	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 1.25).

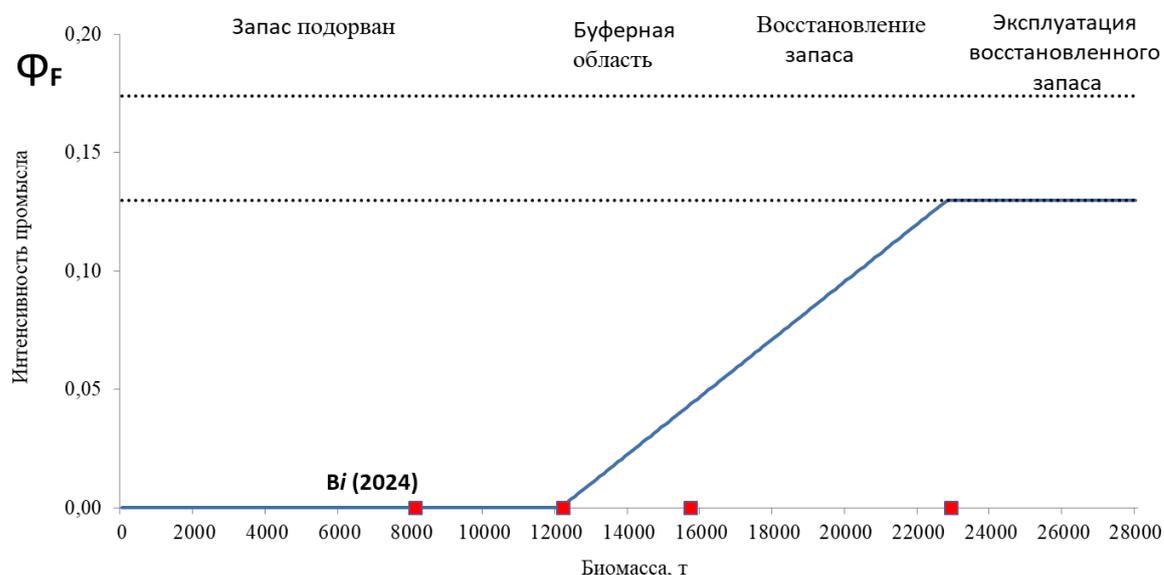


Рисунок 1.25 – Схема ПРП запаса байкальского омуля

Прогнозное значение биомассы запаса  $B_i$ , исходя из отношения к граничным ориентирам, показывает, что её текущее значение оказывается в зоне подрыва запасов. В соответствии с ПРП рекомендуется полный запрет промысла.

В связи с выполненными расчётами и Правилами рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна (утв. приказом Минсельхоза России от 24.04.2020 № 226) запрет на промышленный вылов байкальского омуля будет сохранён в 2024 г. Поэтому ОДУ для этого вида рыболовства не устанавливается.

Право ограниченного вылова, за исключением нерестового периода, осталось у представителей КМНС, которые проживают в двух районах на территории Республики Бурятия. По отношению к традиционному рыболовству в условиях критического состояния запасов омуля, интенсивность промысла данной группы рыбозаготовителей ограничена промысловыми усилиями, т.е. количеством выставляемых сетей. С учётом практики ведения лова байкальского омуля на Байкале, при традиционном рыболовстве байкальского омуля на рыболовном участке предусмотрен стандартный сетепорядок длиной 500 м. Данное положение закреплено в действующих Правилах рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна.

Согласно Правилам рыболовства, общее количество выставляемых сетепорядков для Северо-Байкальского рыбопромыслового района не должно превышать 20 штук, для Баргузинского рыбопромыслового района – 2 штуки. Соответственно, общее количество стандартных сетепорядков равно 22, т.е. общая длина сетей – не превышает 11000 м. С учётом среднемноголетней величины вылова на стандартный сетепорядок (500 м), равной 2,5 т, общий допустимый объём добычи при традиционном рыболовстве не должен превысить 55 т.

Для целей искусственного воспроизводства омуля и обеспечения загрузки существующих рыбоводных мощностей на трёх омулевых заводах, необходимо отлавливать порядка 150 т производителей. Однако низкая численность нерестовых стад, а также существующие технологические возможности байкальских рыбоводных заводов объективно не позволяют выйти на данные показатели. Соответственно, реальная прогнозируемая величина загрузки рыбоводных заводов на 2023 г. будет находиться на уровне 50 % от потенциально возможной, т.е. 80 т.

Для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях для всех пользователей целесообразно оставить объём вылова на уровне 2015-2018 гг., т.е. 15 т.

В соответствии с проведённым анализом состояния запасов байкальского омуля, учитывая введённый запрет на его промышленную добычу и дополнительные ограничения для традиционного рыболовства, рекомендуется установить ОДУ байкальского омуля в озере Байкал с впадающими в него реками в 2024 г. в объёме 150 т, в том числе для Республики Бурятия – 145 т, Иркутской области – 5 т.

#### 1.10 Анализ и диагностика полученных результатов

Биологические характеристики байкальского омуля в настоящее время не отвечают требуемым ориентирам. Увеличение темпа роста прослеживается и в 2022 г., что приводит к ускоренному созреванию и снижению среднего возраста рыб в нерестовом стаде.

Введение запрета на промышленный лов оказало положительное влияние на численность нерестовых стад и количество скатывающихся личинок байкальского омуля. Увеличение количества молоди создает условия для роста численности и биомассы вида. В настоящее время биомасса байкальского омуля стабилизировалась, к 2024 г. ожидается рост до 8088 тыс. т.

## 2 Сиг (*Coregonus lavaretus pidschian*)

Байкальский рыбохозяйственный бассейн

Озеро Байкал

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

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

### 2.1 Общая характеристика объекта

Сиг в Байкале представлен двумя экологическими формами: озёрной и озёрно-речной. Озёрно-речной сиг не входит в число промысловых видов рыб Байкала, малочислен и нуждается в охране и искусственном воспроизводстве. Состояние запасов озёрного сига достаточно стабильно, основным местом его обитания являются Чивыркуйский залив и Малое Море. В качестве объекта прилова сиг обычен в Баргузинском заливе, на Северобайкальском и Селенгинском мелководьях.

Озёрный сиг образует промысловые скопления только в преднерестовый и нерестовый периоды, поэтому специализированный промышленный лов сига до 1960 г. проводился обычно в октябре-декабре. Общий вылов сига по Байкалу в эти годы составлял в среднем около 88 т, с колебаниями от 23 до 193 т. С введением с 1960 г. запрета на лов сига в нерестовый период среднегодовые уловы снизились до 19 т (колебания – от 6 до 53 т), в 1969 г. был введён круглогодичный запрет на его промысел. В этот период в промысловых уловах сиг встречался в качестве прилова к омулю и частичковым рыбам, а в статистике вылова практически не фиксировался. С введением сначала лицензионного лова (1993 г.), а затем и просто лова в режиме утверждаемого ОДУ (2000 г.) объёмы добычи данного вида сначала возросли до 25-32 т в 2001-2002 гг., затем существенно снизились. В последние 10 лет официальный вылов сига был минимальным в 2011 и 2012

гг. – 3,2-3,7 т. С 2013 г. наблюдается устойчивый тренд увеличения уловов сига с максимумом в 16,0 т в 2022 г. (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Вылов сига в озере Байкал в 2013-2022 гг., тонн

Показатель	Годы									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ВЫЛОВ	4,6	5,6	9,3	10,1	8,5	12,9	15,0	12,1	15,8	16,0

Однако официальная промысловая статистика не отражает реальные объёмы вылова сига. Для данного вида характерен высокий ННН-промысел, и по экспертной оценке объём его добычи в 2018-2022 гг. был не менее 18-22 т, а в 2022 г. – 22,0 т (рисунок 2.1).

После 2015 г. отмечается довольно существенное снижение неучтённого вылова сига по причине введения достаточно жёстких мер по охране водных биоресурсов в пределах Забайкальского национального парка (Чивыркуйский и Баргузинский заливы), в результате чего в данном районе браконьерский вылов снизился до минимума.

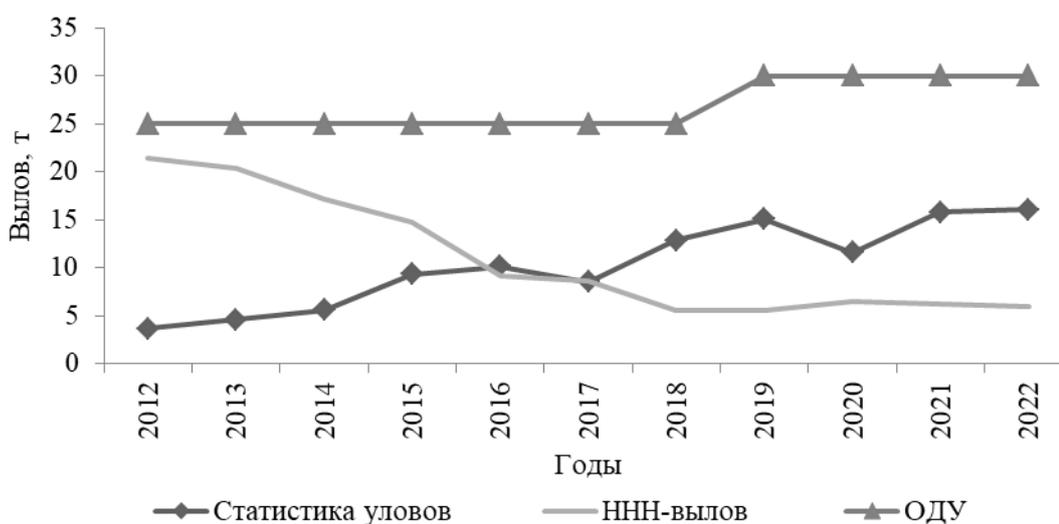


Рисунок 2.1 – ОДУ и вылов сига в озере Байкал (т) в 2012-2022 гг.

## 2.2 Анализ доступного информационного обеспечения

В основу прогноза положены материалы обоснований прогноза ОДУ, выполненные в 2001-2022 гг., ихтиологические материалы, собранные Байкальским филиалом в 2022 г., данные официальной статистики уловов рыбы, предоставленные Ангаро-Байкальским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству. В 2022 г. на массовые промеры отобран 561 экз., на полный биологический анализ с определением возраста (ПБА) — 481 экз. сига (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Объем собранного материала, привлекаемого для анализа состояния запасов сига в озере Байкал, экз.

Показатель	Годы									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ПБА	844	492	237	401	249	902	993	757	630	481
МП	1620	1362	668	559	580	1158	1632	1178	774	561

Материал собирают в 4 рыбопромысловых районах озера Байкал: Северобайкальском, Баргузинском, Селенгинском, Маломорском (рисунок 2.2).

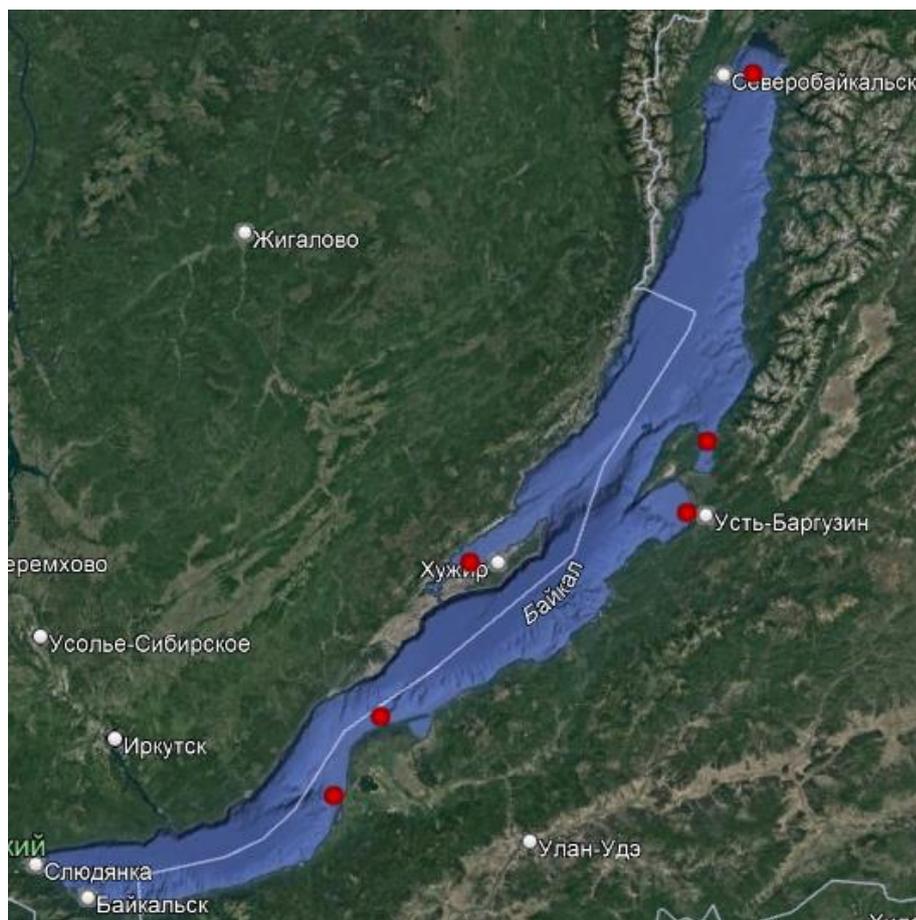


Рисунок 2.2 – Основные места сбора ихтиологического материала по сигу озера Байкал в 2013-2022 гг.

### 2.3 Обоснование выбора методов оценки запаса

Доступная информация позволяет провести аналитическое оценивание состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (первый уровень).

Количественная оценка состояния запасов сига осуществлена на основе расчёта и анализа промысловых моделей. Схема построения промысловой модели заключается в следующем:

1. По годам промысла рассчитаны уловы каждой возрастной группы в поштучном выражении ( $Y_n$ );
2. По полученным значениям уловов рассчитана численность виртуальной популяции (виртуальная популяция ( $V$ ) – суммарная численность рыб, принадлежащих разным возрастным классам, которые

находятся в водоёме в любой данный момент времени и будут выловлены ( $Y_n$ ) в данном и во всех последующих годах):

$$V = Yn_{x,t} + Yn_{x+1,t+1} + Yn_{x+2,t+2} + \dots + Yn_{x+n,n}. \quad (6)$$

3. Определён мгновенный коэффициент общей смертности ( $Z$ ), как соотношение численности виртуальной популяции ( $V$ ) в два последовательных года:

$$Z_{x,t} = -\ln \frac{V_{x+1,t+1}}{V_{x,t}}. \quad (7)$$

4. Определён мгновенный коэффициент промысловой смертности ( $F$ ) при заданном мгновенном коэффициенте естественной смертности –  $M$  (используются среднеголетние данные):

$$F_{x,t} = Z_{x,t} - M. \quad (8)$$

В основе определения коэффициентов естественной смертности заложены положения, разработанные Ф.И. Барановым [8], П.В. Тюриным [11, 12], У.Е. Рикером [13] и др.

5. Рассчитан прогноз численности рыб с двухлетней заблаговременностью по уравнению Ф.И. Баранова [8] (формула (1)):

#### 2.4 Определение биологических ориентиров

В качестве биологических ориентиров оценки состояния запасов сига оз. Байкал использованы сравнительные характеристики длины, массы и возраста рыб в орудиях лова, а также показатели линейного роста, полученные по данным биологического анализа рыб, взятых из уловов промысловых и контрольных орудий лова.

Средние показатели длины, массы и возраста сига оз. Байкал в промысловом стаде за последние уже почти два десятилетия оставались достаточно стабильными, за исключением среднего возраста, имеющего тенденцию снижения. В 2022 г. отмечено значительное увеличение показателей, ставшими максимальными за рассматриваемый период (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Средние показатели длины, массы и возраста облавливаемого стада сига в отдельные периоды рыболовства

Показатель	Годы				
	2001-2010	2011-2015	2016-2020	2021	2022
L	44,5±1,3	40,5±2,0	43,5±2,4	42,2	48,8
W	1135±84	915±108	1154±140	1200	1604
T	11,2±0,4	9,4±0,8	8,9±0,6	8,2	10,3

L – длина промысловая, см; W – масса общая, г; T – возраст, лет

Половое созревание сига наступает преимущественно в семи-, девятилетнем возрасте (6+-8+) при длине тела 36-43 см.

Показатели роста сига в целом для Байкала достаточно стабильны. Однако после 2015 г. отмечается уверенный тренд увеличения линейных показателей, который сохранился в 2022 г. (таблица 2.4; рисунок 2.3).

Таблица 2.4 – Показатели линейного роста сига озера Байкал в 2001-2022 гг., см

Годы	Возраст														N, экз.
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	
2001-2010	21,6	24,4	26,4	28,6	31,4	35,2	39,1	41,9	43,2	43,7	44,7	46,1	47,4	49,8	2877
2011-2015	20,1	22,3	24,6	26,7	33,3	37,8	40,3	41,8	43,0	43,7	43,9	43,9	45,8	45,8	2428
2016-2020	20,1	24,8	28,7	32,5	36,6	41,6	44,8	46,3	47,8	49,1	49,8	50,9	51,5	51,8	3603
2021	19,8	24,1	27,5	32,8	35,9	42,3	45,8	47,2	49,2	49,5	50,8	51,6	53,6	56,0	630
2022	19,4	23,2	27,0	31,7	39,4	42,4	45,4	48,4	49,4	50,3	51,8	52,4	53,6	54,3	561

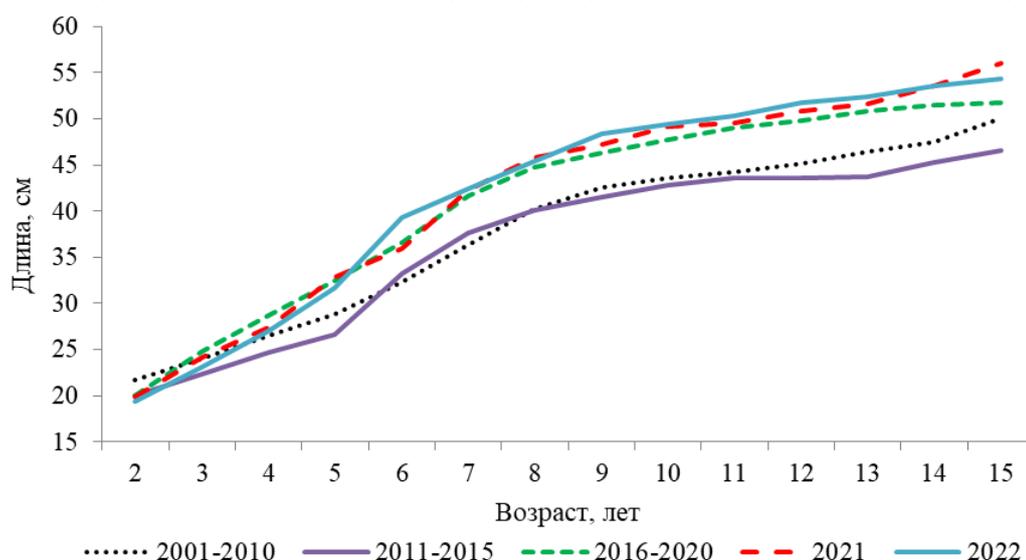


Рисунок 2.3 – Линейный рост сига в озере Байкал

## 2.5 Обоснование правила регулирования промысла

Ретроспективный анализ ведения промысла сига в оз. Байкал показывает на возможность значительного снижения запасов данного вида при нерациональном ведении промысла. Так, при ведении интенсивного специализированного лова сига в преднерестовый и нерестовый период запасы данного вида резко сократились, что привело к необходимости введения запрета на лов сига. Соответственно, среднегодовой вылов в 1950-е - начале 1960-х годов на уровне 88 т был чрезмерным. Объём вылова после 2000-х годов на уровне до 32 т не оказал негативного влияния на структурно-биологические характеристики сига. Данная величина при наличии имеющейся информации может быть принята за максимально возможную при ведении промысла (целевой ориентир по интенсивности промысла –  $F_{tr}$  [5]).

## 2.6 Прогнозирование состояния запаса

Согласно расчётам (таблица 2.5), численность промыслового запаса сига (с возраста 7 лет) в 2022 г. составила 120 тыс. экз. (2020 г. – 182, 2021 г. – 168 тыс. экз.). В 2024 г. численность сига составит 197 тыс. экз.

Таблица 2.5 – Расчётные характеристики для прогноза ОДУ сига озера Байкал на 2024 г.

Возраст, лет	Численность, тыс. экз.		Вылов, тыс. экз.	Промысловое изъятие, %	Прогноз на 2024 г.	
	2021	2022	2022	2022	N, тыс. экз.	B, т
4+	236	200	0,4	0,2	244	53,6
5+	120	130	0,6	0,4	162	60,3
6+	77	92	0,7	0,7	105	83,8
7+	73	57	0,9	1,6	76	71,4
8+	44	16	1,0	5,8	58	72,4
9+	22	15	2,3	15,7	37	55,6
10+	12	12	2,8	24,0	9	15,0
11+	8	9	2,1	24,1	7	11,7
12+	5	5	1,6	30,3	5	8,6
13+	2	3	1,1	35,2	3	5,9
14+	1	2	0,7	33,3	1	2,8
Σ с 7+	167	119	12,5	10,4	196	243,4

## 2.7 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ

Ожидается, что биомасса сига в 2024 г. составит 243,4 т, что позволяет инерционно установить объём вылова на уровне 36,5 т (изъятие – 15 %).

Величину ОДУ сига на 2024 г. рекомендуется инерционно установить в пределах оценок, подготовленных для 2019-2023 гг., т.е. 30 т, в том числе для Республики Бурятия – 26 т, для Иркутской области – 4 т.

## 2.8 Анализ и диагностика полученных результатов

Величины изъятия сига с учётом ННН-промысла за последние 10 лет не превышали установленные величины ОДУ. Промысловое изъятие в 2022 г. также характеризовалось низкой интенсивностью. Запасы сига последние 10 лет остаются стабильными, а величина изъятия соответствует промысловым возможностям вида.

3 Хариус (*Thymallus arcticus baicalensis*, *Thymallus arcticus brevipinnis*)  
Байкальский рыбохозяйственный бассейн  
Озеро Байкал

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

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

### 3.1 Общая характеристика объекта

В озере Байкал обитают подвиды сибирского хариуса – чёрный байкальский хариус *Thymallus arcticus baicalensis* Dyb. и белый байкальский хариус *Thymallus arcticus brevipinnis* Swet. Систематический статус байкальских хариусов обсуждается до настоящего времени [14, 15, 16, 17 и др.].

Места обитания чёрного байкальского хариуса приурочены преимущественно к малым рекам бассейна оз. Байкал. Достаточно устойчивые популяции чёрного хариуса обитают в южной части Байкала – реки Снежная, Слюдянка, Переёмная, в средней части Байкала – реки Кика, Турка, Бугульдейка, в северной части Байкала – реки В.Ангара, Рель, Тья, Кабанья, Томпуда. Непосредственно в Байкале чёрный хариус обитает в предустьевых пространствах этих рек и отдельных губах (Аяя, Фролиха, Дагарская и некоторых других).

Белый байкальский хариус более активно осваивает открытые прибрежные участки Байкала, а также заливы и является достаточно обычным видом прилова при промысле омуля. Основные места сбора ихтиологического материала по хариусу показаны ниже (рисунок 3.1).

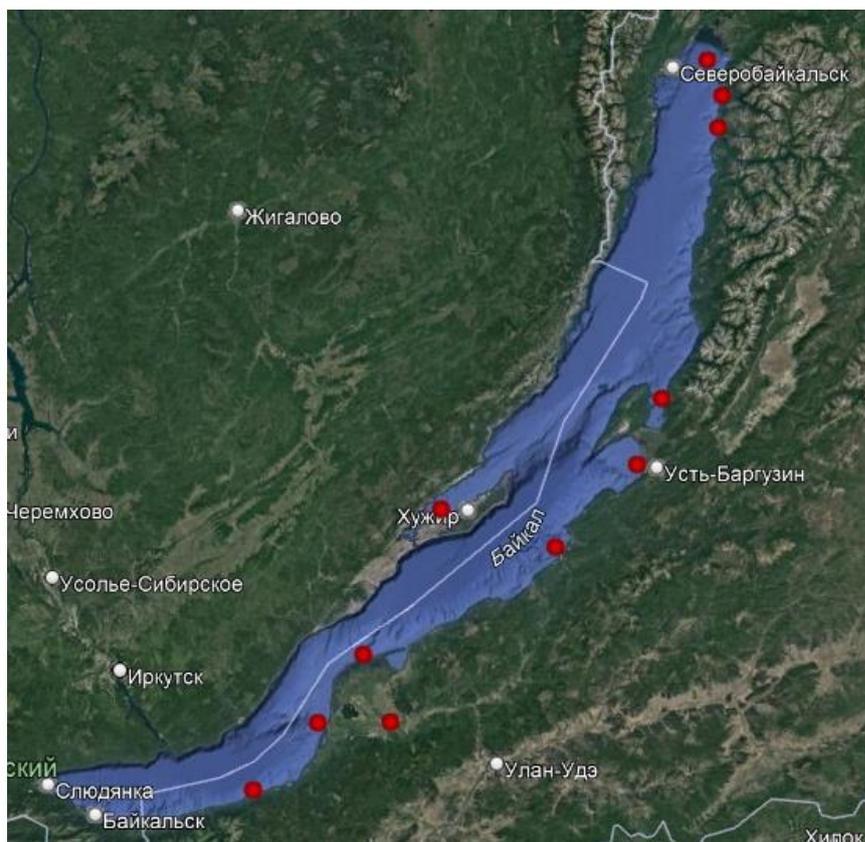


Рисунок 3.1 – Основные места сбора ихтиологического материала по хариусу в озере Байкал в 2012-2022 гг.

## 3.2 Белый байкальский хариус

### 3.2.1 Анализ доступного информационного обеспечения

В основу прогноза положены материалы обоснований прогноза ОДУ, выполненные в 2001-2022 гг., ихтиологические материалы, собранные Байкальским филиалом в 2022 г., данные официальной статистики уловов рыбы, предоставленные Ангаро-Байкальским территориальным управлением Росрыболовства. Всего в 2012-2022 гг. промерено 2551 экз. и взято на биологический анализ (с определением возраста) 1419 экз. белого хариуса, в т.ч. в 2022 г. промерено 211, взято на биологический анализ 166 экз. белого хариуса.

### 3.2.2 Обоснование выбора методов оценки запаса

Доступная информация позволяет проведение аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса (первый уровень).

Количественная оценка состояния запасов осуществлена на основе расчёта и анализа промысловых моделей. Схема построения промысловой модели заключается в следующем:

1. Согласно возрастной структуре уловов по годам промысла рассчитываются уловы каждой возрастной группы в поштучном выражении ( $Y_n$ ).

2. По полученным значениям уловов рассчитывается численность виртуальной популяции (виртуальная популяция  $V$  — суммарная численность рыб, принадлежащих разным возрастным классам, которые находятся в водоёме в любой данный момент времени и будут выловлены  $Y_n$  в данном и во всех последующих годах) (формула (6)).

3. Определяется мгновенный коэффициент общей смертности ( $Z$ ), как соотношение численности виртуальной популяции ( $V$ ) в два последовательных года (формула (7)).

4. Определяется мгновенный коэффициент промысловой смертности ( $F$ ) при заданном мгновенном коэффициенте естественной смертности —  $M$  (используются среднеголетние данные) (формула (8)).

В основе определения коэффициентов естественной смертности заложены положения, разработанные Ф.И. Барановым [8], П.В. Тюриным [11, 12], У.Е. Рикером [13] и др.

5. Рассчитывается прогноз численности рыб с двухлетней заблаговременностью по уравнению Ф.И. Баранова [8] (формула (1)).

### 3.2.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Белый байкальский хариус объектом специализированного промышленного лова в настоящее время не является. Однако в качестве

прилова при промысле других видов рыб, в т.ч. при рыболовстве 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) байкальского омуля, встречается в прибрежной зоне практически по всему Байкалу.

Официальный вылов белого байкальского хариуса в 2012-2021 гг. находился на уровне 7-14 т, в 2022 г. – 12,6 т. По экспертной оценке, вылов байкальского хариуса в эти же годы составлял в среднем 20,3 т, в 2022 г. – на уровне 19,0 т (рисунок 3.2).

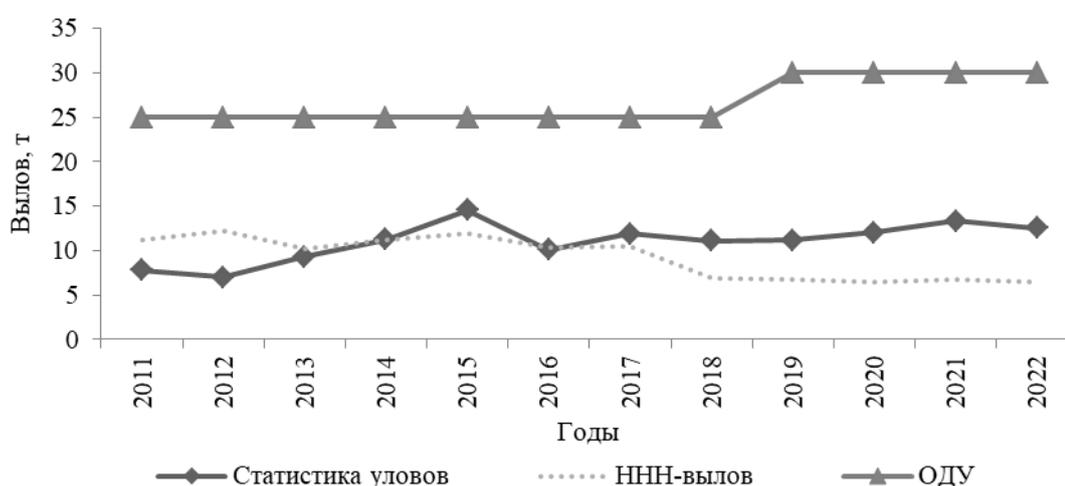


Рисунок 3.2 – Утвержденные величины общего допустимого улова (ОДУ), фактические и экспертные (с учётом ННН-промысла) уловы хариуса в озере Байкал, т

#### 3.2.4 Определение биологических ориентиров

В качестве биологических ориентиров оценки состояния запасов белого байкальского хариуса использованы сравнительные характеристики длины, массы и возраста рыб в орудиях лова, а также показатели линейного роста, полученные по данным биологического анализа рыб, взятых из уловов промысловых и контрольных орудий лова.

В уловах хариус в основном представлен рыбами в возрасте от 2+ до 10+. В 2001-2010 гг. доминировали возрастные группы 4+-5+, составляя

более 50 % уловов. В 2011-2015 гг. наибольший удельный вес имела возрастная группа 4+ на уровне 35 % по численности (таблица 3.1). Обращают внимание более высокие значения численности в 2011-2021 гг. младших возрастных групп (2+-3+) по сравнению с 2001-2010 гг. Последующий анализ модели показал на достаточную стабильность тренда увеличения численности младших возрастных групп белого хариуса после 2016 г., соответственно можно говорить о более высокой урожайности этих поколений в последние годы. В 2021-2022 гг. тенденция омоложения белого хариуса в уловах сохранилась.

Таблица 3.1 – Возрастная структура белого байкальского хариуса в уловах, %

Годы	Возраст, лет									Тср*, лет	N, экз.
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+		
2001-2010	4,9	12,0	27,9	26,0	17,3	6,9	3,3	1,3	0,4	4,8	2806
2011-2015	11,4	26,5	34,8	16,4	6,7	2,5	1,0	0,4	0,3	4,0	543
2016-2020	8,5	39,6	29,7	14	5,5	2	0,6	0,1	0,0	3,8	1461
2021	19,9	28,2	21	19,6	7,7	2,4	1,2	0,0	0,0	3,8	335
2022	49,8	36,4	7,9	2,6	0,9	1,7	0,7	0,0	0,0	2,8	166

Примечание: \* – средний возраст

Начало созревания белого хариуса отмечается на четвёртом (3+) году жизни, массовое – в возрасте 4+. Следует отметить относительно стабильные значения показателей линейного роста белого хариуса в последнее десятилетие (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Показатели линейного роста белого байкальского хариуса (промысловая длина), см

Годы	Возраст, лет									N, экз.
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
2001-2010	19,7	24,3	27,7	30,2	31,8	33,9	35,6	39,6	39,1	1297
2011-2015	23,8	29,6	34,2	37,4	37,7	39,1	43,5	-	-	543
2016-2020	25,4	30,9	34,9	33,8	36,7	36,1	41,2	-	-	722
2021	26,3	30,8	34,2	33,9	33,4	36,4	37,4	-	-	86
2022	26,3	33,4	36,8	33,2	35,6	34,9	39,7	-	-	166

### 3.2.5 Обоснование правила регулирования промысла

В связи с отсутствием в настоящее время специализированного промыслового лова белого байкальского хариуса обоснование правила регулирования промысла данного вида не представляется возможным. Критерием стабильности существования данного вида может служить среднесуточная доля прилова белого байкальского хариуса в омулевые орудия лова –  $1,45 \pm 0,35$  %. Эта величина была достаточно стабильна на протяжении трёх десятилетий, причём в последние годы проявлялась тенденция к увеличению прилова хариуса.

### 3.2.6 Прогнозирование состояния запаса

Для оценки запасов белого хариуса в Байкале в 2022 г. использованы данные по численности рыб в 2003-2021 гг. При рассчитанной средней численности хариуса в 2021 г. 144 тыс. экз., принятыми коэффициентами естественной смертности, рассчитанными методом ВПА коэффициентами промысловой смертности в 2010-2022 гг., численность хариуса в 2022 г. соответствует 184 тыс. экз. Последующий расчёт численности возрастных групп хариуса в прогнозируемом 2024 г. по уравнению Баранова даёт общую оценку численности в 444 тыс. экз. или 217 т (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Расчётные характеристики для прогноза ОДУ белого хариуса в озере Байкал на 2024 г.

Возраст, лет	Численность, тыс. экз.		Вылов, тыс. экз..	Промысловое изъятие, %	Прогноз на 2024 г.	
	2021	2022	2022	2022	N, тыс. экз.	B, т
3+	348	372	9,5	2,6	332	87
4+	101	105	10,9	10,3	202	81
5+	28	49	12,0	24,7	168	89
6+	10	21	5,5	26,4	44	27
7+	3	6	1,7	28,1	19	13
8+	2	3	0,6	24,3	8	5
9+	0	0	0,1	0,0	2	1
10+	0	0	0,0	0,0	1	1
11+	0	0	0,0	0,0	0	0
Σ с 4+	144	184	30,8	16,8	444	217

### 3.2.7 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ

При показанной выше величине промысловой биомассы белого хариуса биологически допустимый вылов (в пределах коэффициента естественной смертности – 19 %) будет равен 41,23 т:  $217 \times 0,19 \approx 41,23$  т. Данная величина, по мнению разработчиков прогноза, является реальной, действительно отражающей допустимые возможности использования естественной продуктивности стада белого байкальского хариуса. Вместе с тем, данная величина, как мера регулирования промыслового изъятия, не может быть принята по причинам невозможности объективного контроля за реальными объёмами вылова хариуса при любительском рыболовстве и отсутствием в настоящее время специализированного лова данного вида. Материалы последних шести лет показывают на достаточно стабильное состояние запасов данного вида и позволяют рекомендовать ОДУ в 2024 г. на уровне 2019-2022 гг. – 20 т.

### 3.2.8 Анализ и диагностика полученных результатов

Величина биологически допустимого вылова, определённая в размере 41,3 т отражает возможности использования естественной продуктивности стада белого байкальского хариуса. Однако данный вид является объектом

любительского рыболовства с невозможностью объективного контроля его вылова. Материалы последних десяти лет говорят о достаточно стабильном состоянии запасов белого байкальского хариуса и позволяют рекомендовать ОДУ в 2024 г. на уровне 2019-2022 гг. – 20 т. Межгодовые структурные показатели промыслового стада и биологические параметры белого байкальского хариуса не выходят за пределы, характерные для оз. Байкал.

### 3.3 Черный байкальский хариус

#### 3.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для количественной оценки величины запаса чёрного хариуса в Байкале использованы фондовые данные Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» по продуктивности хариусовых рек в целом Байкальского региона и результаты специализированного контрольного лова чёрного хариуса в озере Байкал.

Контрольные ловы чёрного хариуса проводились в последнее десятилетие на северо-восточном побережье озера Байкал, на Южном Байкале в районе устьев рек Мурино, Солзан и Маритуй. Собран материал по биологическим характеристикам чёрного хариуса из четырёх промысловых районов Байкала: Северобайкальского, Прибайкальского, Селенгинского (устья рек Аносовка, Переемная, Выдринная), Маломорского, а также на Южном Байкале. В 2017-2021 гг. собран расширенный материал по биологическим характеристикам чёрного хариуса северо-восточной части Байкала (реки Кабанья, Томпуда, Ширильды, бухта Ая) в количестве 1771 экз., в том числе в 2021 г. – 253 экз. В 2022 г. взято на биологический анализ 24 экз. чёрного хариуса.

Среднее количество хариуса за 1 постановку сетей составило 0,87 экз./сутки × 100 м сетей. Средние длина и вес рыб в уловах – 26,9 см и 253 г, соответственно. Численность и ихтиомасса хариуса в районе облова определялась по соотношению:

$$N = \frac{N_0}{(S_{\text{обл.}}k)}, \quad (9)$$

где: N – биомасса определенного вида на участке водоема (кг/га);

$N_0$  - средняя биомасса вида на улов 1 сети (кг/сеть);

$S_{\text{обл.}}$  - площадь облавливаемого пространства (га/сеть);

k - коэффициент уловистости ставных сетей, принят 0,3 [18].

Площадь облавливаемого пространства определялась по формуле А.И. Трещева [18]:

$$S_{\text{обл.}} = \frac{(\pi L^2 n)}{4}, \quad (10)$$

где:  $\pi$  - постоянная величина, 3,14;

L - длина ставной сети, м;

n - количество сетей, экз.

Оценка величины запаса рыб проведена по уловам на усилие (получены количественные характеристики уловов на усилие по численности ( $Y_n/f$ , экз./сетепостановку) и массе ( $Y_w/f$ , кг/сетепостановку). При расчётах сопоставлялись полученные для обследованных районов уловы на усилие с их средними значениями для водоёмов Байкальского региона.

### 3.3.2 Обоснование выбора методов оценки запаса

Недостаточная полнота и качество доступной информации исключают использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование ОДУ чёрного байкальского хариуса строится на приближенных методах, применяемых в случае дефицита информации (оценка продуктивности малых рек Байкальского региона по хариусу по результатам контрольных обловов и сопоставления уловов на усилие с имеющимися данными по биомассе данного вида, анализ рассчитанных величин общей и естественной смертности).

### 3.3.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Чёрный хариус в промысле практически не встречается и является объектом любительского лова. Официальная статистика вылова чёрного хариуса отсутствует.

### 3.3.4 Определение биологических ориентиров

В качестве биологических ориентиров оценки состояния запасов чёрного байкальского хариуса использованы сравнительные характеристики длины, массы и возраста рыб в контрольных орудиях лова, а также

показатели линейного роста, полученные по данным биологического анализа рыб.

Показатели линейного роста чёрного байкальского хариуса по сравнению с белым существенно ниже – в среднем на 22 % (рисунок 3.3).

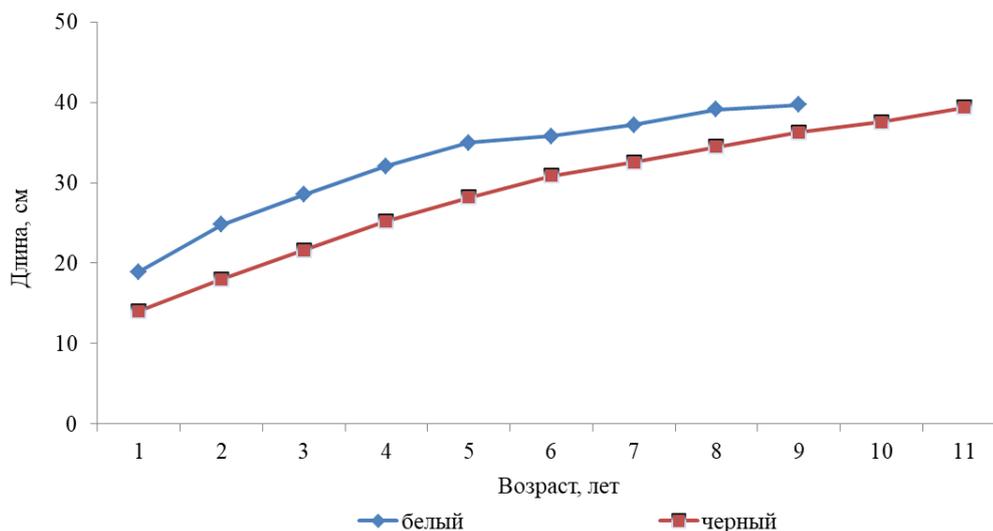


Рисунок 3.3 – Сравнительная характеристика линейного роста белого и черного хариусов озера Байкал, 2001-2022 гг.

Возрастная структура облавливаемых стад чёрного хариуса представлена ниже (таблица 3.4). Основу уловов составляют рыбы в возрасте 2+ - 5+.

Таблица 3.4 – Возрастная структура чёрного байкальского хариуса в уловах 2001-2022 гг., %

Годы	Возраст									N, экз.
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
2001-2010	5,6	26,3	26,3	20,7	10,8	5,7	2,7	1,2	0,7	597
2011-2015	16,0	33,7	19,6	13,2	5,7	6,0	3,0	2,1	0,7	670
2016-2020	14,6	28,6	22,3	14,7	10,1	6,9	1,8	0,5	0,5	1497
2021-2022	17,4	27,5	21,9	14,9	9,9	6,0	1,6	0,4	0,4	286

### 3.3.5 Обоснование правила регулирования промысла

Ведение рационального лова чёрного байкальского хариуса предполагает устойчивое существование имеющихся популяций данного вида в пределах ареалов малых рек Байкала. В соответствии с доступной информацией критерием регулирования лова чёрного хариуса в целом для

озера Байкал может быть ограничение интенсивности его лова в пределах существующих величин.

### 3.3.6 Прогнозирование состояния запаса

Продуктивность малых рек Байкальского региона по хариусу в целом невысока и в основном колеблется от 8 до 18 кг/га при средней величине в 9 кг/га. Согласно проведённым расчётам, в 2005-2006 гг. биомасса чёрного хариуса на некоторых участках северо-восточной части Байкала составила 9,4 кг/га и соответствовала имеющимся данным по продуктивности хариусовых рек Байкальского региона. По результатам контрольных обловов 2010, 2016, 2019 гг. биомасса чёрного байкальского хариуса на четырёх отдельных акваториях Байкала колебалась в достаточно широких пределах – 5-24 кг/га, что было обусловлено взаимодействием двух основных факторов – специфичностью местообитаний и степенью воздействия уже существующего рыболовства.

Для оценки степени воздействия существующего объёма вылова чёрного хариуса на состояние его запасов в условиях неопределённости информации по его реальной величине вылова, по данным массовых промеров 2015-2022 гг. восстановлена естественная структура стада (рисунок 3.4) и рассчитаны коэффициенты общей смертности (таблица 3.5).

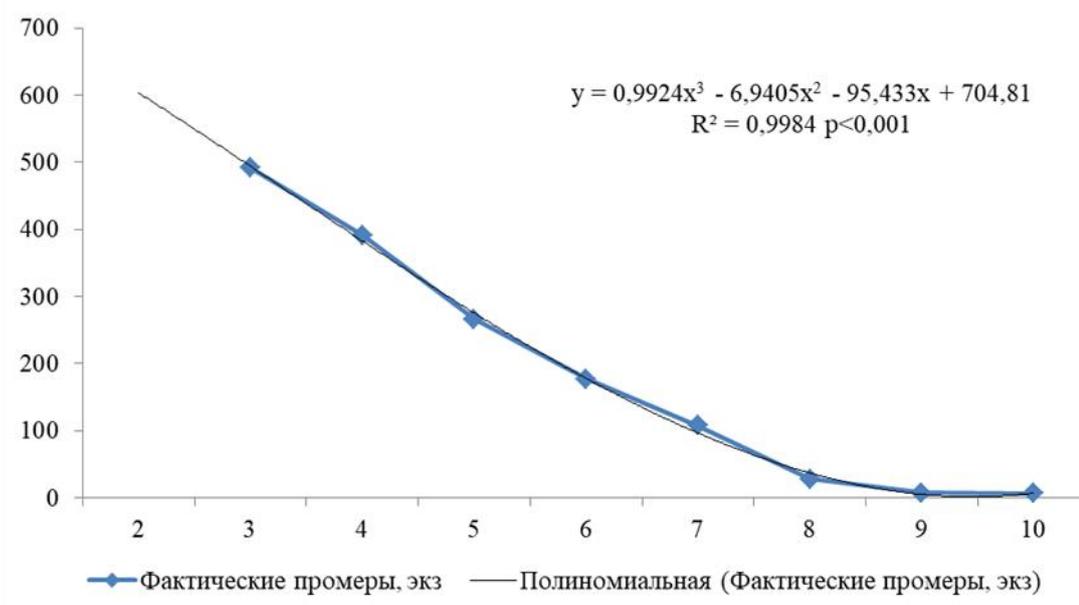


Рисунок 3.4 - Возрастная структура стада черного байкальского хариуса в 2015-2022 гг.

Таблица 3.5 – Расчётные данные по структуре стада и коэффициентам смертности чёрного байкальского хариуса

Показатель	Возраст, лет								
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
Фактические промеры 2015-2022 гг., экз.	-	492	391	266	177	108	28	8	7
Восстановленная структура, экз.	-	494	383	276	178	97	37	5	1
Коэффициент общей смертности, 1/год	-	-	0,23	0,28	0,35	0,46	0,62	0,86	0,81
Коэффициент естественной смертности, 1/год	0,44	0,28	0,21	0,22	0,28	0,40	0,54	0,71	0,87

Средний коэффициент общей смертности у рыб массовых возрастов (4+-5+) составил 25 %, средний коэффициент естественной смертности для этих же возрастов равен 22 %.

Соотношение общей и естественной смертности свидетельствует о слабой интенсивности добычи чёрного хариуса. Соответственно, существующая интенсивность лова не ведёт к снижению запасов. Однако несомненно, что отдельные локальные популяции чёрного хариуса подвержены антропогенному воздействию (ухудшение гидрологических условий рек, загрязнения) и, прежде всего, это выражено для малых речек Южного Байкала, а в последние годы и Малого моря.

### 3.3.7 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ

Согласно проведённым работам 2005-2019 гг. средняя величина биомассы чёрного хариуса в озере Байкал соответствует 9 кг/га и, при площади акваторий хариусового типа в Байкале равной 12 тыс. га, общий запас чёрного байкальского хариуса будет равен  $12000 \text{ тыс.га} \times 9 \frac{\text{кг}}{\text{га}} = 108000 \text{ кг} = 108 \text{ тонн}$ , что предполагает биологически приемлемый улов в объёме 24 т ( $108 \times 0,22 = 23,76 \text{ т} \approx 24 \text{ т}$ ).

По аналогии с белым байкальским хариусом в целях регламентации объективно существующего лова чёрного байкальского хариуса предлагается установить ОДУ чёрного хариуса в объёме 10 т, исключив из зоны возможного лова реки Южного Байкала. Осуществление

специализированного лова чёрного байкальского хариуса возможно только локально и преимущественно для Северобайкальского промыслового района.

Таким образом, в целом ОДУ байкальского хариуса (белого и чёрного) на 2023 г. предлагается в объёме 30 т, в том числе для Республики Бурятия 25 т, для Иркутской области – 5 т.

### 3.3.8 Анализ и диагностика полученных результатов

Межгодовые структурные показатели промыслового стада и биологические параметры чёрного хариуса озера Байкал в последние годы остаются устойчивыми. Однако данный вид является излюбленным объектом любительского рыболовства, а объективный контроль его вылова затруднён. Поэтому, аналогично белому хариусу, ОДУ для чёрного хариуса рекомендуется установить ниже продукционных возможностей – в размере 10 т.

## 4 Байкальская нерпа (*Pusa sibirica*)

Байкальский рыбохозяйственный бассейн

Озеро Байкал

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

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

### 4.1 Общая характеристика объекта

Байкальская нерпа по современной классификации относится к семейству настоящих тюленей (Phocidae), роду нерп (*Pusa*).

Нерпа – быстро созревающий вид: уже в возрасте 4-х лет самка может принести потомство; самцы созревают в 6-7 лет [19].

После распаления льдов нерпа образует кратковременные (на 2-3 недели) линные залёжки на плавающих льдах. С завершением процесса линьки животные полностью переходят к водному образу жизни, обитая в пелагиали озера вплоть до образования льда. Протяжённых миграций нерпа не совершает, но отмечаются кочёвки, связанные, вероятно, с поиском пищи, а также наблюдаются пассивные кочёвки животных вместе с плавающими льдами (преимущественно в северном направлении). После замерзания Байкала нерпа в течение 4-5 мес. живёт подо льдом, используя для дыхания специальные отверстия, которые она преимущественно сама же и изготавливает.

Более 90 % пищи нерпы приходится на два вида голомянок [20, 21, 22], биомасса которых составляет 69 % биомассы всех рыб Байкала [23].

Нерпа – долгоживущий вид, поэтому её половозрастная структура достаточно стабильная. Нерпа способна прожить до 60 лет [19], однако в настоящее время в выборках редко встречаются особи старше 30-35 лет [24, 25, 26]. Самки не имеют пострепродуктивного возраста (или не доживают до него), отчего относительное «постарение» животных, отмечаемое уже на

протяжении более 30 лет, не снижает воспроизводительного потенциала популяции. Напротив, удельная рождаемость в популяции стабильно удерживается на уровне 21-24 %. При этом, популяция обладает большим репродуктивным потенциалом: около половины численности популяции это молодые животные, которые не участвуют в воспроизводстве, что, несомненно, свидетельствует о высокой численности байкальской нерпы.

#### 4.2 Анализ доступного информационного обеспечения

В основу прогноза положены исследования популяции байкальской нерпы, выполненные в 2000-2021 гг., результаты экспедиционных работ 2022 г., фондовые материалы БайкалНИРО и литературные источники [19, 25, 27, 32], данные официальной статистики добычи нерпы, предоставленные Ангаро-Байкальским ТУ Росрыболовства.

Учёт приплода байкальской нерпы в 2022 г. проводили в апреле-мае методом учётных площадок [19, 27].

Биологический материал для исследования состояния популяции байкальской нерпы собирали в октябре-ноябре в местах наибольшей концентрации животных: заливы Чивыркуйский и Дагары. Для отлова нерпы использовали стандартные нерпичьи капроновые сети ячеей 120-150 мм. Всего в 2022 г. был проведён биологический анализ 197 особей (из них старше 1<sup>+</sup> — 142 экз.) нерпы. При биологическом анализе измеряли длину, обхват и толщину жира. Добытого зверя взвешивали, определяли пол и при необходимости отбирали клыки для определения возраста.

#### 4.3 Обоснование выбора методов оценки запаса

Состояние запасов байкальской нерпы оценивали по материалам, собираемым в ледовый период (оценка абсолютной или относительной численности и биологических характеристик приплода) и в период открытой воды (размерно-возрастная и половая структура популяции, биологические

показатели разновозрастных животных, оценка репродукционного потенциала).

Численность приплода определяли путём подсчёта числа логовищ ценных самок (что соответствует количеству рождённых в данном году щенков) на учётных площадках, размером 1,5×1,5 км (2,25 км<sup>2</sup>), количество которых на каждом поперечном (с берега на берег) разрезе равнялось семи. Этот метод учёта на Байкале был внедрён в 1970-е гг. [19]. Впоследствии для повышения точности учёта было увеличено количество разрезов, которые закладывались с учётом многолетних данных о распределении ценных самок в направлении юг-север. При расчётах использовали данные о морфометрии Байкала [28]. Площадь водного зеркала южной котловины составляет 7381 км<sup>2</sup>, средней – 10469 и северной котловины – 13621 км<sup>2</sup>. Из этих значений были вычтены площади акваторий, ограниченных 100 м изобатой (соответственно, 1011, 1562 и 1688 км<sup>2</sup>), поскольку в непосредственной близости к берегу ценные самки встречаются очень редко. Кроме этого, из площади средней котловины были исключены площади заливов Провал (196 км<sup>2</sup>), Баргузинского залива (791 км<sup>2</sup>) и пролива Малое Море (905 км<sup>2</sup>), а из площади северной котловины – площадь Чивыркуйского залива (268 км<sup>2</sup>), где ценные самки не встречаются.

Общее число логовищ рассчитано по формуле:

$$X = [m_h S_1 / S_0], \quad (11)$$

где  $X$  – общее число логовищ;

$m_h$  – число логовищ, найденных на учётных площадках озера или его части;

$S_1$  – площадь озера или его части;

$S_0$  – площадь обследованных учётных площадок на озере (или его части).

Половозрастная структура популяции нерпы исследована по материалам, сбор которых проведён в октябре-ноябре. При изучении возрастной структуры популяции использовали традиционную методику определения

возраста по годичной кольцевой структуре на цементе клыков на поперечных срезах [19].

Репродуктивная активность самок оценена по данным о беременности самок в возрасте  $> 4+$  лет, добытых в осеннее время в заливах Чивыркуйский и Дагары, когда беременность и успешность её протекания можно определить непосредственно по наличию и степени развития плода. Материалы обработаны по схеме, приведённой в работе Г. Коли [29].

Все материалы сгруппированы по возрастным классам: неполовозрелые животные  $1+ - 3+$ ; возраст полового созревания –  $4+ - 6+$ ; и взрослые, подразделенные на зрелых –  $7+ - 12+$ , пожилых –  $13+ - 19+$ , старых –  $20+ - 29+$  и долгожителей –  $> 30+$ .

#### 4.4 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промышленную добычу байкальской нерпы не ведут с 2007 г., когда экспертная комиссия государственной экологической экспертизы не согласилась с обоснованием ОДУ в объёме 3500 голов и рекомендовала введение временного запрета на промысел нерпы. В последующем промышленная добыча нерпы была запрещена Правилами рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна (утв. приказом Росрыболовства от 07.04.2009 № 283). В последней редакции Правил рыболовства (утв. приказом Минсельхоза России от 24.04.2020 № 226) запрет промышленной добычи байкальской нерпы сохранён. Добыча нерпы разрешена только при рыболовстве 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), а также рыболовстве в научно-исследовательских и контрольных целях.

Введение запрета на промышленную добычу нерпы не было связано с ухудшением состояния её популяции, а обусловлено продолжительным (1998-2005 гг.) периодом, когда не проводился учёт численности пополнения.

Осуществленный в 2006 г. ледовый учёт приплода показал, что величина пополнения в целом не отличается от данных предыдущих лет исследований (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Результаты учёта численности приплода (щенков) байкальской нерпы в разные годы, экз.

Год	Южная часть	Средняя часть	Северная часть	По Байкалу
1972	3540±1745 (±49%)	6650±2539 (±38%)	8698±2589 (±30%)	19954±4759 (±24%)
1973	3256±2116 (±65%)	4090±1638 (±40%)	10759±2747 (±25%)	19510±5241 (±27%)
1980	3303	7521	12198	22259±5303 (±24%)
1988	6252±1955 (±31%)	13290±4664 (±35%)	10214±3768 (±37%)	29978±3617 (±12%)
1992	5800±1914 (±33%)	5278±1993 (±38%)	Учет не проводили	-
1994	5400±1380 (±26%)	7282±1833 (±25%)	8839±2107 (±24%)	23777±3568 (±15%)
1997	5500±1764 (±32%)	12587±3969 (±31%)	7860±2290 (±29%)	27032±5209 (±19%)
2006	Учет не проводили	10666±3539 (±33%)	7503±2331 (±31%)	~ 22700
2009	Учет не проводили	13289±4600 (±35%)	Учет не проводили	~ 25600
2010	Учет не проводили	8671±1605 (±19%)	Учет не проводили	~ 20100
2011	Учет не проводили	7917±2454 (±31%)	Учет не проводили	~ 19180
2012	Учет не проводили	7235±2172 (±30%)	8788±2636 (±30%)	~19231
2013	Учет не проводили	9048±1809 (±20%)	10607±2121 (±20%)	~23586
2014	Учет не проводили	7521 ± 2256(±30%)	Учет не проводили	~20504
2015	5824±1456 (±25%)	9425±1979 (±21%)	9219±2112 (±23%)	24468±3670 (±15%)
2016	5975±1494 (±25%)	9913±2776(±28%)	Учет не проводили	~25484
2017	Учет не проводили	9371±2382 (25%)	Учет не проводили	~24302
2018	6016±1263 (±21%)	9953±1952 (±19%)	10179±2006 (±19%)	26148±3402 (±13%)
2019	Учет не проводили	8270±1747 (±21%)	9533±2320 (±24%)	~23126
2020	6168±1952 (±32%)	11027±3211 (±29%)	Учет не проводили	~28148
2021	8031±2106 (±26%)	10122±1988 (±20%)	13543±2858 (±21%)	31696±4055(±13%)
2022	Учет не проводили	9452±2426 (±26 %)	Учет не проводили	~28089

В годы, когда проводили учёт численности приплода на всей акватории Байкала (южной, средней и северной частях), например, в 1994 и 1997 гг., общая численность популяции составляла, соответственно, 104 и 116 тыс. животных [30]. После 1997 г. ледовый учёт пополнения проводили чаще всего в средней части озера, реже – в средней и северной. В 2015 г. впервые за 20 лет учёт приплода был проведён на всей акватории озера. В 2018 г. учёт приплода был вновь проведён на всей акватории озера. Согласно расчётам,

численность нерпы в эти годы была на высоком уровне: 2007 г. – 86, 2008 г. – 90, 2015 г. – 128,7, 2018 г. – 137,4, 2020 г. – 133,2, 2021 г. – 164,4 тыс. голов. За период исследований численность пополнения нерпы колебалась от 19,2 до 31,7 тыс. особей (таблица 4.1).

В 2022 г. учёт приплода байкальской нерпы проводили в средней части озера Байкал. Расчётная численность щенков/самок составила 9452 особи. Численность приплода в южной части оз. Байкал принята как средний показатель количества особей на данной акватории за 2020–2021 гг. (7099 особей). Численность приплода в северной части приняли как средний показатель, полученный во время учёта на данной акватории в 2019 и 2021 гг. (11538 особей). Общая численность приплода оценена в 28089 (28,1 тыс.) особей. Для сравнения в таблице 4.1 приведены также данные учёта численности приплода нерпы в разные годы.

Традиционное рыболовство КМНС сосредоточено в северной части озера Байкал. Согласно официальной статистике, в ходе традиционного промысла в 2022 г. было добыто 1608 особей байкальской нерпы (в 2016 г. – 1562, 2017 г. – 2010, 2018 г. – 1594, 2019 г. – 1899, 2020 г. – 1454, 2021 г. – 1764 особи).

Часть населения расположенных вблизи Байкала населённых пунктов занимается добычей нерпы в личных целях неофициально. Величина браконьерского изъятия нерпы в 2022 г. в озере Байкал, по экспертным оценкам, составила 500 голов. Добыча нерпы в научно-исследовательских целях составила 205 экз., в т.ч. БайкалНИРО – 198 экз.

По официальной статистике общая добыча нерпы в 2022 г. составила 1813 особей. С учётом незаконной добычи, изъятие составило порядка 2300 голов (таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Промысловая статистика добычи и экспертная оценка неофициального изъятия байкальской нерпы

Годы	Среднегодовая добыча за период	Лимит или ОДУ	Источник	Незаконная добыча	Источник		
1977-1983	5300	5500-6500	Гладыш и др., 1984 [31]	3000	Гладыш и др., 1984 [31]		
1970-1980	2950		Пастухов, 1993 [32]	3600	Пастухов, 1993 [32]		
1980-1985	5770			3600			
1986-1989	4844		Петров и др., 1997 [33]	-	Петров и др., 1997 [33]		
1990-1994	3893	6500	Байкалрыбак-колхозсоюз	-	-		
1995-1998	1729	7000					
1999	1845	7860	ФГУ «Байкалрыбвод»	5000-6000	Экспертная оценка Востсибрыбцентр		
2000	2381	3000		3000-4000			
2001	2824	3500		3000-4000			
2002	786	2000		1500-2000			
2003	1034	1500		3000-4000			
2004	1891	3000		3000-4000			
2005	2116	3500		2000-4000			
2006	2092	3500		1500-2000			
2007	0	0		300-1000			
2008	681	1500		500-1000			
2009	1090	2000		Ангаро-Байкальское ТУ Росрыболовства		1000	Наша экспертная оценка
2010	1572	2500				500	
2011	1758	2500				700-1000	
2012	1365	2500				500-700	
2013	1755	2500	500-1000				
2014	547	2500	400-600				
2015	1434	2500	500-700				
2016	1631	2500	500				
2017	2078	3000	500				
2018	1742	3000	500				
2019	2091	3000	500				
2020	1620	3000	500				
2021	1982	3000	500				
2022	1813	3000	500				

При расчёте общей численности популяции использованы данные по относительной величине яловых самок и половозрастной структуре.

Половозрастная структура нерпы (таблица 4.3), полученная при анализе особей из осенней выборки 2022 г., характеризуется в целом преобладанием самок над самцами. В отличие от прошлых лет исследований, фиксировалось преобладание самцов в младшей возрастной группе 1+-3+. В

2021 году доминирование самок отмечено во всех возрастных группах. В связи с тем, что младшие возраста не несут репродуктивной нагрузки в популяции, данное изменение не является определяющим при построении демографических таблиц. Основную нагрузку в репродуктивной активности несут наиболее многочисленные возрастные группы 4+-6+ и 7+-12+ лет.

Таблица 4.3 – Возрастная структура и соотношение полов байкальской нерпы в осенних выборках, %

Возраст, лет	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Самки	Самцы	Самки	Самки	Самцы	Самки
1+-3+	60,5	39,5	51,0	60,5	39,5	51,0
4+-6+	73,8	26,2	51,2	73,8	26,2	51,2
7+-12+	65,5	34,4	53,8	65,5	34,4	53,8
13+-19+	100		100	100		100
20+-29+	100			100		
Итого, %	70	30	53,7	46,3	57,7	42,3
N, экз.	80	34	80	69	82	60

Как и в 2020-2021 гг. в выборке отсутствуют особи  $\geq 30+$  лет. Вероятно, данный факт связан с неизбежными погрешностями при сборе материала, так как в места осенних концентраций особи старших возрастов подходят в период активного ледостава, который, в свою очередь, делает невозможным продолжение научно-исследовательских работ.

Данные 2022 г. показывают, что в настоящее время в популяции доминируют половозрелые животные возрастной группы 7<sup>+</sup>-12<sup>+</sup> лет, составляющие 34,5 % (2021 г. – 34,9 %). Второй по численности возрастной группой являются молодые особи 1<sup>+</sup>-3<sup>+</sup> лет (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Вклад возрастных групп в половой структуре популяции, %

Возраст, лет	Самцы	Самки	Оба пола
1 <sup>+</sup> -3 <sup>+</sup>	51,7	23,1	35,3
4 <sup>+</sup> -6 <sup>+</sup>	23,3	18,3	20,4
7 <sup>+</sup> -12 <sup>+</sup>	16,7	47,6	34,5
13 <sup>+</sup> -19 <sup>+</sup>	3,3	9,8	7,0
20 <sup>+</sup> -29 <sup>+</sup>	5,0	1,2	2,8
$\geq 1^+$	100	100	100

В таблице 4.5 приведены сведения о воспроизводстве нерпы по осенним материалам, собранным в Чивыркуйском заливе и заливе Дагары северной части оз. Байкал (2021–2022 гг.).

В выборке осени 2022 г. отсутствуют беременные самки возрастной группы 4-6+ лет. При этом, по сравнению с прошлым годом резко увеличился вклад в суммарную удельную рождаемость популяции возрастной группы 7+-12+лет. Старые самки в силу своей малой численности играют незначительную роль в поддержании численности популяции, хотя в отдельные годы их плодовитость может быть высокая. Показатель яловости среди половозрелой части популяции ( $\geq 4^+$ ) в 2022 г. снизился до 42,6 % (2021 г. – 51,9 %).

Таблица 4.5 – Репродуктивные характеристики самок байкальской нерпы (осень 2021 и 2022 гг.)

Возраст, годы	Доля (%) ♀♀ <sub>x</sub> ( $n_x$ ) от числа ♀♀ <sub><math>\geq 1^+</math></sub>	Численность всей выборки ( $n_x$ ) и беременных ( $B_x$ )			Плодовитость 1 взрослой самки	Вклад ♀♀ возраста «x» в удельную рождаемость	Вклад ♀♀ в воспроизводство популяции (%)
	$C_x$	$n_{x\text{экз.}}$	$B_{x\text{экз.}}$	$n_x\%$	$m_x = \frac{B}{2n_x}$	$m_x C_x$	$\frac{100B_x}{\sum B_{\geq 4^+}}, \%$
2021 г., оз. Байкал (залив Чивыркуйский, Дагары)							
$\geq 0^+$		106	-	-	-	-	-
$\geq 1^+$	100	80	-	-	-	-	-
$\geq 4^+$	67,5	54	26	48,1	0,24	16,2	100
$\geq 7^+$	41,3	33	19	57,6	0,29	12	73,1
4 <sup>+</sup> -6 <sup>+</sup>	26,3	21	7	33,3	0,17	4,47	26,9
7 <sup>+</sup> -12 <sup>+</sup>	35	28	16	57,1	0,29	10,15	61,5
13 <sup>+</sup> -19 <sup>+</sup>	6,3	5	3	60	0,3	1,89	11,5
2022 г., оз. Байкал (залив Чивыркуйский, Дагары)							
$\geq 0^+$		121	-	-	-	-	-
$\geq 1^+$	100	80	-	-	-	-	-
$\geq 4^+$	76,3	61	35	57,4	0,29	22,1	100
$\geq 7^+$	60	48	35	72,9	0,39	21,6	100
4 <sup>+</sup> -6 <sup>+</sup>	16,3	13	0	0	0	0	0
7 <sup>+</sup> -12 <sup>+</sup>	48,8	39	28	71,8	0,39	17,6	80,0
13 <sup>+</sup> -19 <sup>+</sup>	11,3	9	7	77,8	0,38	4,3	20,0
Примечание. $n_x$ – количество самок возраста «x», $B_x$ – количество беременных самок возраста «x», $n_x$ (%) – доля беременных самок возраста «x» от числа самок этого возраста, $m_x$ – количество новорожденных на 1 взрослую самку. Принято, что отношение численности самцов и самок у новорожденных равно 1:1, размер помёта – 1 щенок							

Для оценки состояния запасов байкальской нерпы необходимо знать численность приплода нерпы, которая соответствует численности самок, принесших потомство в учётном году.

Общая численность приплода, согласно полученным данным, в 2022 г. составила 28,1 тыс. особей. Соответственно, численность рожавших самок (в возрасте  $\geq 4^+$ ), весной 2022 г. оценена в 28,1 тыс. особей. Для дальнейших расчетов общей численности использованы данные половозрастной структуры популяции и репродуктивные характеристики самок. При этом, с целью уменьшения ошибки из-за малых выборок (100-200 экз.) при осеннем сборе материала взят средний показатель яловости самок и половозрастной структуры популяции в 2019–2022 гг. (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Показатель яловости самок в 2019-2022 гг.

Показатель	Годы			
	2019	2020	2021	2022
Яловость, %	50	58	52	42,6
Среднее значение	50,7			

Средний показатель яловости за последние 4 года составил:  $\frac{50\%+58\%+52\%+42,6\%}{4} = 50,65\% \approx 50,7\%$ .

Соответственно показатель рожавших особей среди половозрелых самок оставляет 49,3 % (28,1 тыс. особей в 2022 г.).

Отсюда, общая численность самок нерпы в возрасте  $\geq 4^+$  составит:  $\frac{28,1 \text{ тыс. особей}}{49,3\%} \times 100\% \approx 57 \text{ тыс. особей}$ , из них 28,9 тыс. особей относятся к нерожавшей части половозрелых самок (50,7 %).

Взрослые половозрелые самки (возраст  $\geq 4^+$ ) составляют 71,2 %, а молодые самки ( $1^+-3^+$ ) – соответственно 28,8 % всех самок (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Возрастная структура самок ( $\geq 1+$ ) в 2019-2022 гг.

Год	2019	2020	2021	2022
Самки 1-3+ лет	29,3%	29,5%	32,5%	23,7%
Самки $\geq 4^+$ лет	70,7%	70,5%	67,5%	76,3%
Среднее значение доли самок $\geq 4^+$ лет	71,2 %			
Среднее значение доли самок 1-3+ лет	28,8%			

Таким образом, общая численность всех разновозрастных самок ( $\geq 1^+$ ) будет равна 80,1 тыс. особей:  $\frac{57 \text{ тыс. особей}}{71,2\%} \times 100\% = 80,1 \text{ тыс. особей}$ , из них неполовозрелых самок  $1^+-3^+$  лет (28,8 %) – 23,1 тыс. особей:  $\frac{80,1 \text{ тыс. особей}}{100\%} \times 28,8\% \approx 23,1 \text{ тыс. особей}$ .

Доля самок от  $1^+$  и старше в выборке составляет 60,6 % от общей численности особей старше  $1^+$ . (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Половая структура популяции (возраст  $\geq 1+$ ) в 2019-2022 гг.

Показатель	Год							
	2019		2020		2021		2022	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
%	61,2	38,8	70,2	29,8	53,7	46,3	59,7	40,3
Кол-во, n	82	52	80	34	80	69	80	54
Ср. значение доли самок в выборке, %	60,6							
Ср. значение доли самцов в выборке, %	39,4							

Отсюда, общая численность самцов и самок 132,2 тыс. особей:  $\frac{80,1 \text{ тыс. особей}}{60,6\%} \times 100\% = 132,2 \text{ тыс. особей}$ , из них самцы в возрасте  $\geq 1^+$  (39,4 %) составили 52,1 тыс. особей:  $\frac{132,2 \text{ тыс. особей}}{100\%} \times 39,4\% \approx 52,1 \text{ тыс. особей}$ .

Численность популяции, следовательно, будет равна 160,3 тыс. голов: 80,1 тыс. самок + 52,1 тыс. самцов + 28,1 тыс. приплода = 160,3 тыс. голов (рисунок 4.1).

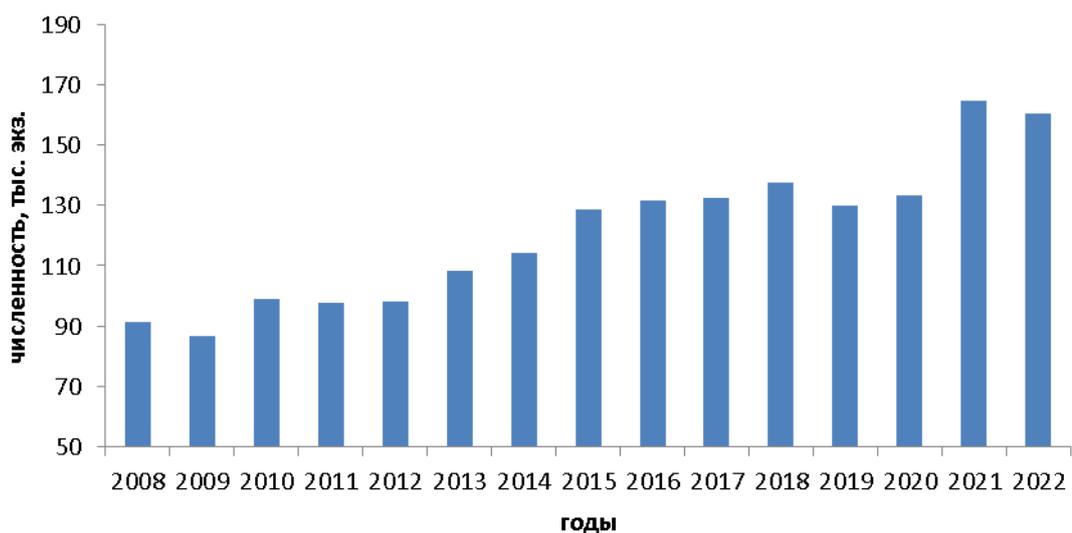


Рисунок 4.1 – Динамика численности популяции нерпы с 2008 по 2022 гг.

#### 4.5 Определение биологических ориентиров

В качестве биологических ориентиров оценки состояния запасов байкальской нерпы использованы показатели длины, массы, жировых запасов и возраста.

В таблице 4.9 представлены средние биологические характеристики разновозрастных особей байкальской нерпы из двух районов озера Байкал.

Таблица 4.9 – Средние биологические показатели разновозрастных особей байкальской нерпы в 2022 г.

	зал. Чивыркуйский				зал. Дагары			
	N	M	m	lim	N	M	m	lim
L, см	81	118,5	1,3	93-145	53	101,8	1,3	64-133
D, см	81	101,4	1,3	77-130	53	81,9	0,9	62-111
W, кг	81	50,8	1,6	23,6-84,7	53	33,4	1,3	23,2-74,5
H, см	81	5,8	0,1	3,0-9,0	53	4,2	0,1	2,5-6,0
T, лет	81	6,8	0,5	0-20	53	2,6	0,4	0-22

Примечание. L – длина тела, D – обхват тела, W – масса тела, H – толщина жировой прослойки, T – возраст, N – количество особей, M – средняя арифметическая, m – стандартная ошибка средней арифметической, lim – пределы варьирования

#### 4.6 Обоснование правил регулирования промысла

В настоящее время промысел нерпы в озере регламентируют Правилами рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна (утв. приказом Минсельхоза России от 24.04.2020 № 226). Промышленная

добыча байкальской нерпы запрещена. Промысел ведут только в рамках традиционного рыболовства и рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

Современное состояние популяции нерпы, судя по основным биологическим показателям её функционирования, можно оценить как довольно благополучное. В многолетней динамике наблюдается постепенное увеличение численности нерпы в Байкале.

#### 4.7 Прогнозирование состояния запаса

Согласно расчётам, численность промыслового запаса байкальской нерпы в 2022 г. составила 160,3 тыс. экз., и по сравнению с предыдущим годом незначительно снизилась, что можно объяснить ошибкой учёта приплода (работы велись только в средней части озера). Показатели яловости (42,6 %) продолжают свое снижение, что является показателем высокого репродукционного потенциала популяции.

К 2024 г. численность нерпы при отсутствии промышленной добычи, скорее всего, увеличится с учетом пополнения 2022-2023 гг. Воздействие промысла при этом (изъятие 2-3 % запаса) будет минимально.

#### 4.8 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ

Согласно расчётам, численность промыслового запаса байкальской нерпы в 2022 г. составила 160,3 тыс. экз. Общая величина изъятия нерпы в 2022 г. с учётом экспертной оценки незаконной добычи составила порядка 2500 голов (ОДУ – 3000 голов). ОДУ байкальской нерпы на 2023 г. утверждён также в объёме 3000 голов.

Промысел байкальской нерпы осуществляют в ледовый период, и он ориентирован в основном на добычу щенка-кумуткана.

Добыча неполовозрелого молодого зверя оказывает на состояние популяции байкальской нерпы наименьшее воздействие, в отличие от промысла взрослых особей, сохраняющих репродуктивную активность на протяжении всей жизни. Это происходит вследствие того, что молодняк не

несёт никакой репродуктивной нагрузки, т.е. не участвует в размножении. Данное положение послужило в 70-80-х годах прошлого века основанием для введения запрета промышленной добычи разновозрастного зверя.

Общая численность популяции к 2024 г. при данной промысловой нагрузке либо увеличится, либо останется стабильной (при изъятии промыслом 2-3 % численности промыслового запаса), т.е. популяция выдерживает изъятие 4-5 тыс. голов.

Тем не менее, до принятия решения о возобновлении промышленной добычи нерпы, т.е. внесения соответствующих изменений в Правила рыболовства, целесообразно на 2024 г. установить ОДУ нерпы в озере Байкал на уровне 2019-2023 гг. – в объёме 3000 голов (из них для Республики Бурятия – 2970 голов, для Иркутской области – 30 голов).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ОДУ байкальского омуля в озере Байкал с впадающими в него реками в 2024 г. рекомендуется установить в объёме 150 т, в том числе для Республики Бурятия – 145 т, Иркутской области – 5 т.

ОДУ сига на 2024 г. рекомендуется установить в объёме 30 т, в том числе для Республики Бурятия – 26 т, для Иркутской области – 4 т.

ОДУ хариуса (белого и чёрного) на 2024 г. рекомендован в объёме 30 т, в том числе для Республики Бурятия 25 т, для Иркутской области – 5 т.

ОДУ байкальской нерпы на 2024 г. рекомендуется установить 3000 голов, в том числе для Республики Бурятия – 2970 голов, для Иркутской области – 30 голов.

## Список использованных источников

- 1 Смирнов В. В., Шумилов И. П., Омули Байкала. Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1974.- 160 с.
- 2 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.
- 3 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.
- 4 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
- 5 Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М., Издательство ВНИРО, 2000 г., 190 с.
- 6 Васильев Д.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611764. Реестр программ для ЭВМ. 2006.
- 7 Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО, 2018. 312 с.
- 8 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.

- 9 Петерфельд В.А., Соколов А.В. Современное состояние запасов омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi) в озере Байкал // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 72–75.
- 10 Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году». Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 2018. – 340 с.
- 11 Тюрин П.В. Биологическое обоснование регулирования рыболовства на внутренних водоемах. - М., Пищепромиздат, 1963, 120 с.
- 12 Тюрин П.В. "Нормальные" кривые переживания и темпы естественной смертности рыб, как теоретическая основа регулирования рыболовства. - Изв.ГосНИОРХ, т.71, 1972, с.71 - 128.
- 13 Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. - М., Пищевая промышленность, 1979. – 408 с.
- 14 Тугарина П.Я. Хариусы Байкала.- Новосибирск, 1981, 281 с.
- 15 Книжин И.Б., Вайс С. Дж., Кирильчик С.В, Суханова Л.В. К вопросу о систематическом положении хариусов бассейна озера Байкал. Тр. кафедры зоологии позвоночных ИГУ, т.1, Иркутск, 2001. С. 147-151.
- 16 Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова М.: Наука, 2002. – 379 с.
- 17 Рыбы озера Байкал и его бассейна // Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок, А.И. Бобков, А.В. Соколов и др. – Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. – 284 с.
- 18 Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. М.: Пищевая промышленность, 1974. – 446 с.
- 19 Пастухов В.Д. Нерпа Байкала. Новосибирск: «Наука», 1993. – 271 с.
- 20 Гурова Л.А., Пастухов В.Д.. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала. – Новосибирск: Наука, 1974.- 186 с.
- 21 Петров Е.А., Сиделева В.Г., Стюарт Б., Мельник Н.Г. Питание байкальской нерпы: состояние проблемы. 5. Нырательное поведение и экология питания // Сиб. биол. журн., 1993. N. 6. - С. 32-41.
- 22 Егорова Л.И., Елагин О.К., Иванов М.К., Казачишина И.Ю., Петров Е.А..

- Питание байкальской нерпы: состояние проблемы. 1. Метод и результаты исследования питания в конце 80-х годов // Сиб. биол. журн. - N4. - 1992. - С. 40-47.
- 23 Sideleva V.G. The Ichthyofauna of Lake Baical, with Special Reference to its Zoogeographical Relations // Advances in Ecological Research (Ed. by A.Rossitter, H.Kawanabe), Vol.31. Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, 2000.- p.81-96.
- 24 Петров Е.А., Воронов А.В., Егорова Л.И., Иванов М.К., Сармин Д.Р., Суров А. П. Половозрастная структура и репродуктивный потенциал байкальской нерпы *Pusa sibirica* (PINNIPEDIA, PНОСЮОА) // Зоол. журн., 1997. - Т. 76, N6.-С. 743-749.
- 25 Петров Е.А. Байкальская нерпа (*Pusa sibirica*): состояние популяции, промысел и перспективы организации экологического туризма // Морские млекопитающие (Результаты исследований проведенных в 1995-1998 гг.). - М., 2002. - С. 415-431.
- 26 Петров Е.А. Байкальская нерпа: эколого-эволюционные аспекты // Автореф. дисс. докт.биол.наук. – Улан-Удэ, 2003. - 38 с.
- 27 Пастухов В.Д. Учет приплода и оценка численности популяции байкальской нерпы // Морфофизиологические и экологические исследования байкальской нерпы. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 122-141.
- 28 Колокольцева Э.М. Морфологическая характеристика Байкала // Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. – М., 1968. – С. 183-188.
- 29 Коли Г. Анализ популяций позвоночных.- М.: Мир. 1979. - 234 с.
- 30 Петров Е.А. Байкальская нерпа. – Улан-Удэ: ИД «ЭКОС», 2009. – 176 с.
- 31 Гладыш А.П., Пронин Н.М., Жалцанова Д. С. Д. Многолетние изменения биологических показателей и зараженности байкальской нерпы. – Сб.науч.трудов ГосНИОРХ. – Вып. 211. - Ленинград, 1984. – С.100-108.
- 32 Пастухов В.Д. Нерпа Байкала. Новосибирск: «Наука», 1993. – 271 с.
- 33 Петров Е.А., Воронов А.В., Егорова Л.И., Иванов М.К., Сармин Д.Р.,

Суров А. П. Половозрастная структура и репродуктивный потенциал байкальской нерпы *Pusa sibirica* (PINNIPEDIA, PHOCIDA) // Зоол. журн., 1997. - Т. 76, №6.-С. 743-749.