

Федеральное агентство по рыболовству
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО
ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ» (ФГБНУ «ВНИРО»)
(Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГОСРЫБЦЕНТР»))

**МАТЕРИАЛЫ, ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ ОБЪЁМЫ ОБЩИХ ДОПУСТИМЫХ
УЛОВОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ВО ВНУТРЕННИХ ВОДАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ, ВКЛЮЧАЯ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ И ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЕ ОКРУГА,
ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ВНУТРЕННИХ МОРСКИХ ВОД, НА 2021 Г.
(С ОЦЕНКОЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ)**

Руководитель филиала

Е.Н. Даринов

Тюмень 2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

И.о. нач. отдела эколого-сырьевых исследований, канд. биол. наук	подпись, дата	А. К. Матковский (введение, раздел 1, заключение, редактирование отчёта)
И.о. зав. сектором промышленного прогнозирования	подпись, дата	П. А. Кочетков (сбор и обработка материалов, разделы 1, 2, 3, 4.1-4.11, 6, редактирование отчёта)
Ст. науч. сотрудник канд. биол. наук	подпись, дата	В. Е. Тунев (сбор и обработка материалов, разделы 4.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9)
Мл. науч. сотрудник	подпись, дата	П. Ю. Савчук (сбор и обработка материалов, разделы 4.1-4.11)
Науч. сотрудник	подпись, дата	А. В. Вылежинский (сбор и обработка материалов, разделы 3.2, 4.4, 7, оформление отчёта)
Ст. науч. сотрудник	подпись, дата	А. Ю. Филатов (раздел 3.3)
Ст. науч. сотрудник	подпись, дата	Степанов С.И. (сбор материалов, проведение общественных слушаний)
Науч. сотрудник	подпись, дата	И. А. Терентьев (сбор и обработка материалов, подготовка материалов для общественных слушаний)
Мл. науч. сотрудник	подпись, дата	Т. А. Краснoperова (сбор и обработка материалов, раздел 4.4)
Мл. науч. сотрудник	подпись, дата	Н.И. Прилипко (сбор и обработка материалов, раздел 4.5, 4.10)

РЕФЕРАТ

Отчёт 263 с., 125 рис., 126 табл., 93 источников, 3 прил.

РЫБА, ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, ОБЬ-ИРТЫШСКИЙ БАССЕЙН, ХМАО, ЯНАО, ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, ВЫЛОВ, ЧИСЛЕННОСТЬ, ЗАПАС, ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОМЫСЛА, ПРОГНОЗ ОДУ, ОРИЕНТИРЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРАВИЛА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА

В работе обобщены результаты наблюдений за состоянием запасов ценных промысловых рыб, по которым определяется общий допустимый улов (ОДУ) в водных объектах Тюменской области, включая территории Ямalo-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, разработан прогноз ОДУ этих запасов на 2021 г. по типам водных объектов, определены ориентиры управления и правила регулирования промысла большинства запасов.

Проанализированы данные многолетних наблюдений за популяциями рыб и среды их обитания, а также результаты сбора и обработки материалов по их состоянию в 2019 г.

Установлено, что запасы рыб, по которым определяется ОДУ, таких как муксун, нельма и стерлядь в различных водных объектах Тюменской области, включая автономные округа, подорваны, запасы чира (обского и тазовского полупроходных стад) сокращаются. Запасы пеляди, сига-пыхъяна, омуля и тугуна относительно стабильны, но находятся ниже уровня целевых ориентиров управления. Запасы осетра не восстанавливаются, состояние малочисленного тайменя из рек обитания практически неизвестно.

Из числа видов водных биоресурсов, по которым законодательно (Приказ Минсельхоза России № 365 от 01.10.2013 г. «Об утверждении перечня водных биоресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов») определяется ОДУ, в разнотипных водных объектах Тюменской области, включая автономные округа, обитает десять видов рыб, каждый из которых составляет по несколько запасов. Из них для трёх видов промысел запрещен.

Прогноз вылова рыб, по которым устанавливается ОДУ на 2021 г. по рекам и озёрам Тюменской области, включая автономные округа, составляет 3163,8 т, из них в реках – 2294,5 т, в озёрах – 238,0 т, а также РВ в эстуариях Карского моря – 624,4 т.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА	15
2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	32
3 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ	36
3.1 Объекты промысла	37
3.2 Анализ официальной статистики промысла	38
3.3 Любительское рыболовство и неучтенный вылов рыбы в Тюменской области включая ХМАО и ЯНАО	41
4 Прогноз	49
4.1 Осётр сибирский	49
4.2 Стерлядь	52
4.2.1 Общая характеристика вида	52
4.2.2 Стерлядь обская	52
4.2.3 Стерлядь иртышская	66
4.3 Нельма	79
4.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения	79
4.3.2 Обоснование выбора метода оценки запаса	81
4.3.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла	83
4.3.4 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	85
4.3.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла	86
4.3.6 Рекомендуемая интенсивность промысла	91
4.4 Муксун	91
4.4.1 Анализ доступного информационного обеспечения	92
4.4.2 Обоснование выбора метода оценки запаса	95
4.4.3 Анализ состояния запаса и промысла	95
4.4.4 Обоснование выбора метода оценки запаса	98
4.4.5 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	101
4.4.6 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла	106
4.4.7 Рекомендуемая интенсивность промысла	110
4.5 Чир	110
4.5.1 Анализ доступного информационного обеспечения	110
4.5.2 Обоснование выбора метода оценки запаса	113
4.5.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла	114

4.5.4	Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	115
4.5.5	Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла	124
4.5.6	Рекомендуемая интенсивность промысла.....	127
4.6	Пелядь.....	129
4.6.1	Анализ доступного информационного обеспечения	129
4.6.2	Обоснование выбора метода оценки запаса	131
4.6.3	Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла.....	131
4.6.4	Состояние запасов.	132
4.6.5	Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	133
4.6.6	Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла	139
4.6.7	Рекомендуемая интенсивность промысла.....	145
4.7	Сиг-пышьян.....	146
4.7.1	Анализ доступного информационного обеспечения	146
4.7.2	Обоснование выбора метода оценки запаса	149
4.7.3	Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла.....	150
4.7.4	Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	152
4.7.5	Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла	157
4.7.6	Рекомендуемая интенсивность промысла.....	165
4.8	Сиговые Тазовского бассейна	166
4.8.1	Сиг-пышьян	167
4.8.2	Пелядь	181
4.8.3	Чир	196
4.9	Омуль арктический	210
4.9.1	Анализ доступного информационного обеспечения	210
4.9.2	Обоснование выбора метода оценки запаса	213
4.9.3	Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла.....	217
4.9.4	Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	218
4.9.5	Обоснование биологических ориентиров и правила регулирования промысла	222
4.9.6	Рекомендуемая интенсивность промысла.....	226
4.10	Тугун.....	226
4.10.1	Анализ доступного информационного обеспечения	226
4.10.2	Обоснование выбора метода оценки запаса	228
4.10.3	Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла.....	229

4.10.4 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов	230
4.10.5 Обоснование правила регулирования промысла.....	233
4.11 Таймень	237
5 Прогноз ОДУ в разрезе Субъектов Федерации Тюменской области.....	240
6 Оценка допустимого изъятия при гибели водных биоресурсов от заморов и других факторов	243
7 Предложения к программе экологического мониторинга.....	247
7.1 Задачи мониторинга.....	247
7.2 Пункты экологического мониторинга.....	247
7.3 Виды проводимых исследований и отслеживаемые показатели.....	248
7.4 Сроки выполнения работ и периодичность отбора проб	248
7.5 Методическая часть	248
7.6 Результаты исследований	249
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	250
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	251
ПРИЛОЖЕНИЕ А	259
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	260
ПРИЛОЖЕНИЕ В	261

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В работе применяют следующие термины с соответствующими определениями, а также обозначения и сокращения:

биомасса B – общая масса анализируемой совокупности организмов, их промыслового запаса, для года прогноза – B_i ;

биомасса нерестового запаса SSB ;

биомасса $B_{биопрод}$ – часть промыслового запаса, возможная для вылова, определяющаяся биопродукционным методом исходя из прироста биомассы возрастных групп;

биомасса B_{tr} (B_{MSY}) – целевой ориентир, являющийся целью поддержания запаса на уровне максимально продуктивной эксплуатации или восстановления запаса до этого уровня;

биомасса B_{lim} – граничный ориентир, минимальная биомасса нерестового запаса, которая по смыслу приближается к перелову по пополнению, то есть такому состоянию запаса, когда из-за низкой численности производителей производимое ими пополнение не может компенсировать общую убыль запаса;

биомасса B_{pa} – буферный (предосторожный) ориентир – граница биологически безопасной эксплуатации запаса в условиях неопределенности, показывает величину биомассы нерестового запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастаёт риск снижение биомассы до уровня B_{lim} ;

вид длинноциклический – вид ихтиофауны, массовое созревание которого происходит с 6 лет и позже, средняя продолжительность жизненного цикла превышает 15 лет;

вид среднециклический – вид ихтиофауны, массовое созревание которого происходит в 4–6 лет, средняя продолжительность жизненного цикла составляет 9–15 лет;

вид короткоциклический – вид ихтиофауны, массовое созревание которого происходит в 1–2 года, средняя продолжительность жизненного цикла не превышает 5–7 лет;

водные биоресурсы – обитающие в воде организмы любых таксономических категорий, которые используются или могут использоваться человеком, аббревиатура – ВБР

возраст рыбы – t ;

вероятностная когортная модель – модель ретроспективного и прогнозного расчёта численности и биомассы промыслового стада рыб по данным уловов и возрастного состава, разработанная в Тюменском филиале ВНИРО («Госрыбцентр»), аббревиатура – ВКМ;

«вонзь» – ход рыбы против течения в реках Обь, Пур и Таз – весенне-летняя массовая анадромная миграция рыб после зимовки и прекращения «замора» из Обской и Тазовской губ в указанные реки;

динамика численности популяции – изменение численности популяции под влиянием различных факторов, закономерности динамики численности служат основой долгосрочного прогнозирования уловов;

допустимое изъятие – термин, объединяющий или замещающий по контексту такие термины, как общий допустимый улов (ОДУ) и рекомендованный объем добычи (вылова) (РВ);

«замор» – дефицит кислорода в воде, в течение зимнего периода образующийся на значительном протяжении рек Обь, Таз, Пур, южной части Обской и основной акватории Тазовской губ, а также в многочисленных притоках разных порядков данных водных объектов. Приводит к длительным протяжённым миграциям ихтиофауны в определённые районы зимовок;

запас промысловый – часть ресурса (в единицах массы или в штучном выражении), состоящая из рыб, могущих быть отловленными в разрешённые правилами рыболовства орудия лова и находящихся в промысловом районе,

запас доступный или эксплуатируемый – часть промыслового запаса, которая фактически облавливается;

зообентос – донная фауна, животный бентос, совокупность беспозвоночных животных организмов, обитающих на дне или в грунте водных объектов;

зоопланктон – совокупность беспозвоночных животных, населяющих толщу морских и пресных вод;

интенсивность промысла – выражаемая в разных единицах суммарное промысловое усилие, прилагаемое для добычи ВБР – количество рыбаков, орудий лова, плавов или тралений и др.;

квота добычи (вылова) водных биоресурсов: Доля общего допустимого или рекомендованного улова, устанавливаемая для каждого типа промысла и (или) для добывающей организации, участвующей в эксплуатации данного объекта промысла;

количество экземпляров – n ;

коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, аббревиатура – КМНС;

коэффициент мгновенный естественной смертности – M ;

коэффициент мгновенный общей смертности – Z

коэффициент мгновенный промысловой смертности – F ;

коэффициент промысловой смертности мгновенный граничный F_{lim} – ориентир управления промыслом, предельно допустимая величина промысловой смертности, при превышении которой состояние запаса (B_{lim}) определяется как перелов поолнению;

коэффициент промысловой смертности действительный граничный ΦF_{lim} – доля изъятия промыслового запаса, величина которой может привести к его подрыву, находится как $1 - e^{-F_{lim}}$;

коэффициент промысловой смертности рыб мгновенный рекомендованный F_{rec} – обоснованное значение интенсивности промысла для промыслового изъятия запаса на уровне ОДУ;

коэффициент промысловой смертности действительный рекомендованный ΦF_{rec} – обоснованная доля изъятия запаса, находится как $1 - e^{-F_{rec}}$;

коэффициент промысловой смертности рыб мгновенный F_{pa} – буферный (предосторожный) ориентир управления промыслом в условиях неопределенности, устанавливается из условия, что текущее значение общей промысловой смертности с высокой вероятностью не должно превышать уровня установленного F_{lim} ;

коэффициент промысловой смертности действительный ΦF_{pa} – буферный (предосторожный) ориентир управления промыслом в условиях неопределенности, по смыслу идентичный F_{pa} , находится как $1 - e^{-F_{pa}}$;

коэффициент промысловой смертности рыб мгновенный F_{rt} – целевой ориентир управления промыслом по значению его интенсивности, максимизирующий продуктивность запаса и отсюда обеспечивающий максимизацию среднемноголетнего вылова, или обеспечивающий достижение оптимального улова, или соответствующий необходимому уровню воспроизводства;

коэффициент промысловой смертности действительный ΦF_{rt} – целевой ориентир управления промыслом, как доля изъятия запаса, по смыслу идентичный F_{rt} , находится как $1 - e^{-F_{rt}}$

коэффициент, определяющий убыль поколения в улове прогнозируемого года, при оценке численности по вероятностной когортной модели – s ;

любительское и спортивное рыболовство – деятельность по добывче (вылову) водных биоресурсов в целях личного потребления и в рекреационных целях;

масса рыбы индивидуальная – $W_{инд.}$;

незаконное, нерегулируемое и несообщаемое рыболовство, синоним термина «браконьерство», аббревиатура – ННН-промысел;

общий допустимый улов – научно обоснованная мера допустимого промыслового изъятия, выполняющая функцию регулирования рыболовства, исходя из конкретных поставленных задач по управлению запасом и его рациональным использованием на долгосрочную перспективу, аббревиатура – ОДУ;

пополнение промыслового запаса R – часть общего запаса, состоящая из рыб, вступающих в промысловое освоение в текущем году, формируется в результате вступления в неё особей младших возрастных групп;

правило регулирования промысла – формализованное выражение стратегии управления запасом с помощью реализации общего допустимого улова, аббревиатура – ПРП;

прилов: случайное изъятие при специализированном промысле, означает изъятие (вылов, добычу) вида или запаса рыб при ведении специализированного промысла другого вида или запаса рыб;

прирост индивидуальной массы рыбы; $\Delta W_{\text{инд.}}$;

прогноз улова – научно обоснованная величина изъятия рыб из водного объекта всеми видами промысла, рассчитанная с определённой заблаговременностью;

промысел (добыча) водных биологических ресурсов – комплексный процесс, включающий поиск и вылов (добычу) водных биологических ресурсов и сдачу улова на береговые рыбоприемные пункты;

промысел специализированный – промысел, направленный на конкретный вид или запас рыб, считается специализированным, если какой-либо из видов водных биоресурсов составляет более 50 % веса общего улова;

рекомендованный вылов – научно обоснованная мера возможного промыслового изъятия, выполняющая функцию регулирования рыболовства, исходя из конкретных поставленных задач по управлению запасом и его рациональным использованием на долгосрочную перспективу, аббревиатура – РВ;

рыболовство промышленное – предпринимательская деятельность, связанная с промыслом (добычей) водных биологических ресурсов;

рыбохозяйственные водные объекты – все водные объекты (территориальные воды России, внутренние моря, реки, озера, пруды, водохранилища и их придаточные системы), которые используются или могут быть использованы для промысловой добычи рыбы и других животных и растений или имеют значение для воспроизводства запасов промысловых рыб;

среднеквадратическое отклонение средней арифметической величины; σ ;

средняя арифметическая величина; X ;

стадо – группа особей одного вида, в малых водных объектах понятийно идентично популяции. В больших водных объектах возможно включение нескольких относительно локальных популяций в одно стадо, по которому применяется единая тактика промысла (определенные нормы изъятия, мест и орудий лова) и управления;

стандартная ошибка средней арифметической величины; m_x ;

улов C или Y – совокупность пойманного ВБР в штучном или весовом выражении;

улов на единицу промыслового усилия C/f или Y/f – улов в штучном или весовом выражении, приходящийся на единицу промыслового усилия;

улов стандартизованный – улов на стандартную единицу промыслового усилия (на единицу площади, на рыбака, на стандартную сеть и т. п.);

уровень водности относительный – количество воды, проносимое рекой с её бассейна за отрезок времени (месяц, сезон и т. д.) по сравнению с нормой (средним значением) для данного периода;

усилие промысловое f – общее число промысловых агентов: орудий лова, или рыбаков, или судов, используемых в течение определённого периода времени. При использовании на промысле двух или более типов агентов, они должны быть приведены к какому-либо стандартному типу;

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», аббревиатура – ФГБНУ «ВНИРО»;

Госрыбцентр – сокращённое название Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, аббревиатура – ХМАО;

численность N – количество особей на единицу площади или объёма;

шаг ячей – расстояние между двумя соседними узлами (или соединениями нитей при безузловом изготовлении) сетного полотна. Определяется только на мокрых орудиях лова путём измерения расстояния между 11 последовательными узлами сетного полотна и деления полученного числа на 10; замеры должны быть произведены не менее чем на трех участках сетного полотна каждой детали орудия лова;

Ямало-Ненецкий автономный округ, аббревиатура ЯНАО.

ВВЕДЕНИЕ

По государственному заданию на 2019 год, утверждённому Федеральным агентством по рыболовству Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр») проводит НИР, обосновывающие объёмы общих допустимых уловов (ОДУ) водных биологических ресурсов (ВБР) в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБНУ «Госрыбцентр» (Тюменская область, включая ЯНАО и ХМАО) на 2021 г., с оценкой воздействия на окружающую среду.

В соответствии с Приказом Минсельхоза России № 365 от 01 октября 2013 г. с поправками, в Западно-Сибирском рыбохозяйственном бассейне к ВБР, по которым определяется ОДУ, отнесены такие виды рыб как осётр сибирский, стерлядь, сиг, чир, омуль арктический, муксун, тугун, пелядь, нельма, таймень, ленок, включая все их формы. Необходимо отметить, что ленок в пределах Тюменской области, включая автономные округа, не встречается. Такие виды, как осётр сибирский и таймень в промысле уже не участвуют, так как численность их крайне низкая, и они внесены в Красные Книги Тюменской области, ЯНАО и ХМАО. Правилами рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна установлен запрет промыслового использования муксунна, нельмы, иртышского стада стерляди на Юге Тюменской области. Их вылов разрешается только для целей НИР и аквакультуры (воспроизводства).

В водных объектах зоны ответственности Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в Тюменской области, включая Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, нет трансграничных видов, по которым определяется ОДУ (согласно Приказ Минсельхоза России от 01.10.2013 г. № 365 и Приказа Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г.).

Целями проводимой НИР являются разработка прогноза ОДУ данных видов рыб, научно-обоснованных рекомендаций по мерам, обеспечивающим сохранение и рациональное использование их запасов, а также научное сопровождение Государственной экологической экспертизы материалов, обосновывающих прогноз ОДУ.

Основными нормативными документами для проведения работ являются:

Гражданский кодекс Российской Федерации;

Федеральные законы «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»; «О животном мире», «Об экологической экспертизе» и «Об охране окружающей среды»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 25.06.2009 г. № 531 «Об определении и утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов и его изменении»;

Приказ Минсельхоза России от 01.10.2013 г. № 365 «Об утверждении перечня водных биоресурсов, в отношении которых устанавливается общий допустимый улов»;

Приказ Федерального агентства по рыболовству от 09.03.2010 г. № 158 «Об утверждении Административного регламента Федерального агентства по рыболовству по исполнению государственной функции по разработке и представлению на государственную экологическую экспертизу, а также определение и утверждение ежегодно общих допустимых уловов водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях» и некоторые другие.

По определению, общий допустимый улов (ОДУ) – это научно обоснованная мера допустимого промыслового изъятия, выполняющая функцию регулирования рыболовства, исходя из конкретных поставленных задач по управлению запасом и его рациональным использованием на долгосрочную перспективу.

Прогноз ОДУ разрабатывается с целью снижения отрицательного воздействия промысла на рыбные ресурсы водных объектов Тюменской области, включая автономные округа. Объёмы определяемых квот ОДУ являются весовым лимитом, направленным на регулирование рыболовства. Прогноз ОДУ разрабатывается сроком действия на один год, с 01.01.2020 г. по 31.12.2020 г. включительно.

Прогноз ОДУ на 2021 г. разрабатывается для каждого Субъекта Федерации по видам ВБР и типам водных объектов.

Разработанные материалы проходят государственную экологическую экспертизу (ГЭЭ) и общественные обсуждения. По результатам выполненных исследований, после проведения общественных обсуждений и ГЭЭ, обосновывающих величину ОДУ на 2021 г., будет издан Приказ Министерства сельского хозяйства РФ с утверждением величин ОДУ на 2021 г. по добыче (вылову) ВБР в Тюменской области, ЯНАО и ХМАО.

Официальный вылов рыб, для которых определяется ОДУ, в 2019 г. в реках и озёрах Тюменской области, включая автономные округа, по статистическим данным Нижнеобского территориального управления и с дополнительным учетом в размере 100 % объёма квоты вылова КМНС, составил 2275,75 т (ОДУ в реках 1504,36 т и озёрах 100,62 т, РВ в губах 670,78 т). Кроме того, в 2019 г. в целях аквакультуры (воспроизводства) также было выловлено 0,955 т осетра сибирского (приложение А).

Сведения о состоянии запасов и допустимом изъятии остальных видов ВБР, для которых ОДУ не устанавливается, анализируются в других материалах.

Общая величина допустимого изъятия из промысловых запасов тех видов рыб, для которых определяется ОДУ, на 2021 г. составляет 3102,45 т, из них ОДУ в реках – 2233,05 т, в озёрах – 245,0 т, а также РВ в эстуариях Карского моря – 561,3т. (приложение Б). Эти цифры

отражает существующие тенденции в состоянии запасов рыб в различных водных объектах, включая эстуарии Карского моря. Насколько они будут реализованы в 2021 г. зависит не только от эффективности ведения промысла, но и от социально-экономической и политической ситуации в стране.

Распределение ОДУ и РВ на 2021 г. по Субъектам Федерации приведено в конце подраздела о каждом виде в разделе 4, отдельно в разделе 5 и в приложении В.

1 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2019 году ихтиологические материалы для оценки запасов рыб, у которых прогнозируется ОДУ, проводился в следующих водных объектах Тюменской области, включая автономные округа ЯНАО и ХМАО:

В Обской губе – по молоди сиговых рыб: пеляди, сига-пижьиана, чира;
на Нижней Оби, в районе посёлков Ямбура, Салемал – по обским полупроходным стадам муксунов, нельмы, чира, пеляди, сига-пижьиана;
на р. Малая Обь и её рукаве Малая Горная Обь – по обскому полупроходному стаду сига-пижьиана;
на р. Средняя Обь – по обскому стаду стерляди;
в р. Таз – по тазовским полупроходным стадам пеляди, сига-пижьиана, чира;
в Тазовской губе – по тазовским полупроходным стадам пеляди, сига-пижьиана, чира;
в бассейне р. Северная Сосьва (р. Ляпин) – по тугуну, обской полупроходной пеляди;
в р. Иртыш в пределах юга Тюменской области и ХМАО – по иртышскому стаду стерляди;
в Гыданской губе – по нагульной части стада енисейского полупроходного омуля;

Местом проведения экспедиционных исследований в основном служили районы традиционного промысла рыбы. Ихтиологические материалы собирались по общепринятым методикам [1, 2].

Научно-контрольные уловы рыб осуществлялись ставными и плавными разноячайшими комбинированными сетями (с ячей 16-22-28-36-40-45-55-65 мм), а также стандартными промысловыми сетями с ячей 30, 36, 40, 45, 60, 65, 70 мм. По некоторым видам ихтиофауны материалы собирались из промысловых речных закидных неводов.

При малых выборках – до 200 экз. – пойманных рыб полный биологический анализ проводился у всех особей, при больших уловах рыбы анализировались из расчёта по 10-25 штук на каждый размерный класс, а остальные особи учитывались в массовых промерах. Для минимизации смещения размерно-возрастных ключей на массовые промеры по возможности отбиралось не менее 1000 экз. каждого вида по каждому пункту наблюдений.

Возраст стерляди определялся по спилам маргинальных лучей, у сиговых рыб – по чешуе циклоидного типа.

Биологические показатели рассматриваемых промысловых стад рыб представлены в соответствующих таблицах отчёта с использованием промысловой длины рыб (включая сиговых), выраженной в сантиметрах. В тексте и таблицах используются следующие буквенные обозначения: N – численность рыб, $W_{\text{инд.}}$ – индивидуальная масса рыбы; $\Delta W_{\text{инд.}}$ – прирост индивидуальной массы рыбы; Y – улов.

При расчётах численности и прогнозировании уловов учитываются известные теоретические и модельные положения Ф. И. Баранова [3], А. Н. Державина [4], Т. Ф. Дементьевой [5], У. Е. Рикера [6], Р. Бивертона и О. Холта [7].

Значительное число методов определения численности рыб, к сожалению, не всегда удаётся адаптировать к конкретным условиям того или иного промыслового бассейна. Это связано не только со спецификой ведения промысла, особенностями биологии видов, ограниченными возможностями сбора всей необходимой исходной информации, но и с особенностями самих методов. Например, применение в большинстве современных когортных моделей искусственно привносимых и в большинстве своём необоснованных коэффициентов смертности, может приводить к большим искажениям в оценках численности [13]. Есть мнение, что в пресноводных водных объектах применение виртуально-популяционного анализа весьма проблематично не только из-за из-за сложности определения коэффициентов естественной смертности рыб, но и из-за невозможности учесть разнообразие применяемых разнотипных и разноселективных орудий лова, низкой интенсивности промысла, приводящей к большим ошибкам в расчётах из-за малого значения коэффициента промысловой смертности, а также значительно искажаемой статистики уловов [73].

Применение компьютерной техники значительно расширили перспективы по созданию сложных моделей по изучению численности популяций рыб, где коэффициенты смертности, селективности и разные вспомогательные параметры можно подбирать итерационным путём или расчитывать по специальным процедурам [24]. Однако настройка модели в том виде, в каком исследователь представляет себе динамику численности отдельно взятой генерации рыб, может существенно отличаться от её реального состояния. Тем не менее, общие принципы и положения определения запасов рыб, изложенные в известных давно применяемых методических руководствах [9, 10, 11, 12, 57], могут быть приемлемыми для решения различных сырьевых задач в большинстве пресноводных рыбопромысловых бассейнов.

Исходя из требований приказа № 104 ФАР, информационное обеспечение обоснования ОДУ рассматриваемых видов ихтиофауны подразделяется на три уровня.

1-й уровень. Доступная информация обеспечивает проведение всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием структурированных моделей эксплуатируемого запаса.

Минимальные требования к составу информации на данном уровне: исторические ряды возрастного и/или размерного состава уловов, уловов на единицу промыслового усилия, темпа роста массы тела, темпа полового созревания, а также среднее по годам и возрастным группам значение коэффициента естественной смертности.

Данным требованиям к информации соответствуют имеющиеся ретроспективные и планово собираемые материалы по локальным полупроходным промысловым стадам пеляди, сига-пижьяна, чира рек Обь и Таз, обским полупроходным стадам муксуга, нельмы, локальным стадам стерляди рек Обь и Иртыш (с притоками), омулю енисейского стада в бассейнах Обской и Гыданской губ, тугуну р. Северная Сосьва – всего 12 запасам. Наличествующие информационные массивы позволяют применять в основе расчётов численности указанных запасов когортные модели различной сложности. Но на данном этапе в Госрыбцентре адаптация и освоение моделей I информационного уровня, рекомендованных для освоения в последнем методическом руководстве [24], применительно к имеющемуся расчётному материалу пока не завершена.

II-й уровень. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и ОДУ с использованием промысловых моделей эксплуатируемого запаса.

Минимальные требования к составу информации на данном уровне: исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия (или промысловых усилий).

Для запасов с имеющимися данными об интенсивности промысла – обским и тазовским стадам чира, пеляди, сига-пижьяна, а также нагульной части стада енисейского омуля – ОДУ устанавливались по программным комплексам COMBI 4.0 и ASPIC 7 [24].

III-й уровень. Недостаточная полнота и/или качество доступной информации исключают использование моделей эксплуатируемого запаса. Обоснование ОДУ строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближённых методах, применяемых в случае дефицита информации.

К данному уровню относятся запасы нельмы и муксуга, промысел которых временно запрещён и статистика уловов ограничена только данными об изъятии для научных и аквакультурных целей, а также иртышская и обская стерлядь, тугун р. Северная Сосьва, для которых промысловые усилия неизвестны. Их ОДУ определялись методами из пакета DLM tool [24].

Информации по находящимся в ряде Красных книг сибирскому осетру Оби и Иртыша, а также тайменю притоков Оби и Таз практически никакой нет, что позволяет давать только экспертные оценки их состояний по опросным сведениям.

Кроме этого, численность и биомасса каждого оцениваемого запаса расчитывались с применением вероятностной когортной модели (ВКМ) разработки Госрыбцентра, которая при тестировании показывает результаты близкие к результатам, поученным на моделях VPA и с модификациями применяется более 10 лет [16, 17, 22, 23, 27, 59]. Получаемые по ВКМ

количественные оценки запасов позволяют находить граничные ориентиры и определять правила регулирования промысла на основе предосторожного подхода по В. К. Бабаяну [8].

Расчёты численности и биомассы по когортам, полученные по ВКМ, могут быть использованы для определения пополнения, корректировки уловов, выяснения тенденций динамики запасов и др. Результаты могут быть применены для выявления связи пополнения с родительским запасом, факторами среды, восстановления фактических уловов по показателям уловов на контрольные орудия лова различными регрессионными аппроксимациями.

Вероятностная когортная модель – ВКМ – представлена следующими алгоритмами.

Численность генерации, полностью завершившей свой жизненный цикл, определяется как сумма рыб, погибающих от промысла и естественных причин [16–17]:

$$N = N_M + N_F, \text{ где} \quad (1)$$

N_M – суммарная величина гибели генерации от естественных причин, экз.;

N_F – суммарная величина гибели генерации от промысла или виртуальная её численность, экз.

Известно, что виртуальная численность [25], или используемый запас [26], представляет собой сумму уловов за период жизни генерации. Имеющаяся промысловая информация позволяет учесть не только величину гибели генерации от промысла, но и от естественных причин. Для этого необходимо применить так называемый минимальный неиспользуемый запас [27], величина которого представляет собой малую часть промыслового запаса, учитываемую уловами и на начало промысла ещё не пойманную:

$$V_{i+1} = V_i - c_i \text{ где} \quad (2)$$

V_i – виртуальная численность, экз.;

c_i – улов, экз.

Особи, входящие в неиспользуемый запас, могут погибать как от промысла, так и от естественных причин.

Поэтому ежегодную учитываемую часть гибели генерации от естественных причин можно рассчитать по формуле:

$$pn_{Mi} = V_{i+1} \cdot D_{i+1}, \text{ где} \quad (3)$$

D – возможная доля рыб, погибающих от естественных причин.

Возможная доля рыб, погибающих от естественных причин (D_i), определяется как вероятностное событие, исходя из того, что особи, входящие в неиспользуемый запас года $i+1$, в последующем, начиная с года $i+2$, не погибнут от промысла:

$$D_{i+1} = 1 - P_{i+2}, \quad \text{где} \quad (4)$$

P – условная вероятность гибели рыб от промысла либо доля рыб, погибающих от промысла.

Для генераций, участвующих в промысле до 10 лет:

$$P_{i+2} = \frac{c_{i+2}}{N_{i+2}}, \quad (5)$$

Для генераций, участвующих в промысле более 10 лет:

$$P_{i+2} = \frac{V_{i+2}}{N_{i+2}}, \quad (6)$$

Предлагаемое применение различных уравнений 5 и 6 обуславливается более точной оценкой возможной гибели рыб от естественных причин для рыб с разной продолжительностью жизненного цикла.

В уравнение 6 значение P_{i+2} отражает долю рыб генерации, которая, начиная с года $i+2$, в последующем погибает от промысла.

Разница с единицей уравнения 5 отражает суммарную долю выживших и погибающих рыб от естественных причин:

$$1 - P = \bar{e}^z + m, \text{ где} \quad (7)$$

m – действительный коэффициент естественной смертности.

Уравнение 7 характеризует условную вероятность гибели от естественных причин, поскольку для некоторой части особей сохраняется вероятность их гибели от промысла. Поэтому для видов с продолжительным жизненным циклом предлагается использовать уравнение 6, которое при разнице с единицей даёт непосредственную долю рыб, погибающих от естественных причин. Для видов со средней продолжительностью жизненного цикла целесообразность применения уравнения 5 объясняется тем, что сумма величин минимальных неиспользуемых запасов на протяжении всех лет от начала массового вступления генерации в промысел не превышает абсолютной её численности, а в старших возрастах существенно ниже этой величины. Кроме того, водный объект представляет собой открытую систему с точки зрения свободного перемещения рыб, а неиспользуемый запас есть некоторая условная совокупность особей, равномерно распределённая в промысловом запасе, поэтому всегда сохраняется неопределенность того, что именно эти рыбы, а точнее выжившая их малая часть погибнет от промысла, а не от естественных причин. При этом вероятность их вылова на третий и более год чрезвычайно низка.

Здесь следует отметить, что для короткоцикловых видов рыб с высокой естественной смертностью и низким коэффициентом эксплуатации вероятностная когортная модель будет существенно занижать численность, и её можно применять с дополнительными расчётными процедурами.

Таким образом, ежегодная ориентировочная учитываемая убыль рыб от всех причин определяется:

$$pn_{zi} = c_i + V_{i+1} \cdot D_{i+1}, \quad (8)$$

что позволяет для некоторого года ($i=x$), соответствующего массовому вступлению отдельных размерных групп генерации в промысел, сравнительно точно определять численность:

$$N_i = \sum_{i=j}^n p n_{zj} + k, \quad (9)$$

где k – число рыб генерации, которое погибает от естественных причин, когда поколение перестаёт регистрироваться в промысловых уловах (годы $i>n$). Ориентировочно $k=cn$.

В развернутом виде уравнение имеет вид [27]:

$$N_i = V_i + V_{i+1} \cdot (1 - P_{i+2}) + \dots + V_{n-1} \cdot (1 - P_n) + 2 \cdot V_n \quad (10)$$

Если представить, что вероятность последующего вылова особей, входящих в неиспользуемый запас, равна нулю, то численность генерации в год массового её вступления в промысел будет приблизительно равна суммарной величине виртуальной численности плюс величина последнего улова. Причём данная вероятность действительно снижается с возрастом по мере увеличения естественной смертности. Более того, сравнительно низкая величина неиспользуемого запаса в старших возрастах может существенно занижать учитываемую часть естественной гибели, поэтому до применения уравнения 10 требуется восстановление количества рыб, погибающих от естественных причин. Способ данного восстановления будет приведён ниже.

Рассмотрим расчёт численности полностью обловленного поколения на конкретном примере (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Контрольный пример динамики численности генерации для расчёта по вероятностной когортной модели

Год промысла	Численность, экз.	Улов, экз.	Гибель от естественной смертности, экз.	Коэффициент смертности			
				действительный		мгновенный	
				естествен-ной	промы-ловой	естествен-ной	промы-ловой
1	7800	495	2071	0,27	0,06	0,33	0,08
2	5234	545	981	0,19	0,10	0,22	0,12
3	3708	561	575	0,16	0,15	0,18	0,18
4	2573	512	492	0,19	0,20	0,25	0,25
5	1568	409	383	0,24	0,26	0,38	0,36
6	776	209	337	0,43	0,27	-	-

Результаты расчётов представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Пример алгоритмов расчёта численности генерации по вероятностной когортной модели

Год	c	V	N пред- вари- тель- ная	N_m 3- 6	Доля в улове с воз- раста 3	n_m	n_m с учётом n_m 7	N_m	N восста- нов- ленная	P	N по урав- нению 10	N по урав- нению 22
1	495	2730	7282	-	-	-	-	-	-	0,07	7727	7622
2	545	2235	5681	-	-	-	-	-	-	0,10	5514	5585
3	561	1690	4063	2373	0,33	787	718	2373	4063	0,14	3589	3885
4	512	1130	2582		0,30	719	656	1655	2785	0,18	2185	2522
5	409	618	1452		0,24	574	524	999	1617	0,25	1243	1496
6	209	209	626		0,12	293	267	476	684	0,30	626	806
7	-	-	-	-	-		209	209	-	-	-	-

Ход вычислений представляет собой последовательность следующих действий:

1. Выделяется год максимального вылова генерации. Это делается исходя из динамики уловов генерации (год tx). В нашем примере он соответствует третьему году промысла ($c=561$).

2. Рассчитывается виртуальная численность (V):

$$V_i = \sum_{i=j}^n c_j \quad . \quad (11)$$

3. Расчитывается предварительная величина численности. При этом применяется экспресс-метод [16]

$$S_i = \sum_{i=j}^n V_j + \cdot c_n \quad (12)$$

$$N_i = S_i - S_{i+x} \quad (13)$$

4. Определяется количество рыб, погибающих от естественных причин за интервал времени от x до $n+1$. При известном tx данное значение находится как разница между предварительной численностью и уловом в год tx .

$$N_{mx} = N_{tx} - V_{tx}, \quad (14)$$

где N_{mx} – накопленная величина гибели рыб от естественных причин в год tx , экз.;

V_{tx} – виртуальная численность или накопленный вылов в год tx , экз.

В нашем примере накопленная убыль от естественных причин в год tx равна 2373 (4063–1690).

5. Определяется количество рыб, погибающих от естественных причин за каждый год интервала от x до $n+1$. Делается путём распределения накопленной величины убыли по годам, исходя из доли рыб в уловах:

$$n_{mx} = N_{mx} \cdot d_x \quad (15)$$

где n_{mx} – количество рыб, погибающих от естественных причин в год x , экз.;

d_x – доля улова года x в суммарном улове V_x .

Соответственно формуле 15 аналогично рассчитывается значение n_{mx+1} для последующего года и т.д.

В нашем примере значения n_m изменяются от 293 до 787. На основе полученных данных для прогнозирования количества рыб, погибающих от естественных причин после года n , можно построить зависимость естественной убыли от времени. Уравнение аппроксимации имеет следующий вид:

$$n_{mi} = 2334 e^{-0.31t} \quad (R^2 = 0,849) \quad (16)$$

Если подставить в это уравнение время, равное $7(n+1)$, то получим значение естественной убыли в этот год, равное 266, что близко к величине улова в шестом, последнем году (209). Как ранее отмечалось (см. уравнение 9, показатель k), улов в год n можно использовать как ориентировочную прогнозную оценку естественной убыли в год $n+1$, чтобы каждый раз не строить уравнение 16. С учётом накопленной величины гибели от естественных причин по годам уравнение 15 преобразуется:

$$n_{mj} = (N_{mx} - n_{mn+1}) \cdot d_j, \quad (17)$$

где j – индекс года, соответствующий интервалу значений от x до $n+1$

В итоге мы имеем новый ряд значений количества рыб, погибающих от естественных причин за интервал лет от x до $n+1$. Значения изменяются от 209 до 718 (см. таблицу 1.2).

6. Расчитываются накопленные величины гибели рыб от естественных причин начиная с года x по $n+$. Проводится по формуле:

$$N_{mi} = \sum_{j=x}^{n+1} n_{mj} \quad (18)$$

7. Определяется восстановленная численность рыб в старших возрастных группах. Делается путём суммирования накопленных величин уловов и гибели рыб от естественных причин:

$$N_i = V_i + N_{mi} \quad (19)$$

8. Находят доли вылова рыб по формуле 5 с учётом определённых восстановленных значений численности для старших возрастных групп. В примере данные величины по годам варьируют от 0,07 до 0,30.

Если год массового вступления поколения в промысел превышает значение равное трём ($tx > 3$), то для первых лет показатель R можно рассчитывать на основе ряда « N предварительная».

9. Расчитывается численность с учётом корректировки естественной убыли по уравнению 10. Данное действие необходимо исключительно для уточнения значений численности в первых промысловых возрастных группах (в годы x , $x-1$, $x-2$ и т. д.).

10. Вычисляются коэффициенты вылова ($K_{\text{выл}}$) и суммарного последующего использования запаса (E):

$$K_{\text{выл}} = \frac{c_i}{N_i} \quad (20)$$

$$E_x = \frac{V_i}{N_i} \quad (21)$$

11. Строится уравнение аппроксимации по расчётным значениям численности. Если средний коэффициент вылова промысловой части генерации менее 20 % и коэффициент эксплуатации в год x менее 0,5, то для аппроксимации рекомендуется использовать комбинированный ряд значений численности на основе двух столбцов таблицы 1.2 « N восстановленная» и « N по уравнению 10). При этом из столбца « N восстановленная» берутся значения от года $x+1$ до n , а из столбца « N по уравнению 10» – соответственно от первого года до года x . Если интенсивность промысла высокая, то используется только ряд значений, полученных по уравнению 10. Поскольку в нашем примере интенсивность промысла сравнительно невысокая, то комбинированный ряд представлен следующими значениями: 7727, 6514, 3589, 2785, 1617 и 684.

Полиномиальное уравнение имеет следующий вид:

$$N = 168,36 \cdot t^2 - 2541,6 \cdot t + 9995 \quad (22)$$

В рассматриваемом примере относительная ошибка метода, как показали различные модельные испытания, варьирует в пределах от 5 до 7 %. Апробация результатов свидетельствует, что с увеличением интенсивности промысла ошибка снижается, так как, исходя из уравнения 10, абсолютная составляющая естественной убыли сокращается, а промысловой возрастает.

Если по изучаемому объекту известен средний коэффициент промыслового возврата, то ориентировочно можно определить стартовую численность той или иной младшей возрастной группы путём построения экспоненциальной зависимости. Эта зависимость позволяет получить дополнительную информацию о динамике численности генерации до вступления её в промысел.

12. Если рассчитанный ряд значений численности по уравнению 22 для первых лет вступления генерации в промысел ($x, x-1, x-2$) существенно отличается от значений « N предварительная» (таблица 1.2), то на основе имеющихся результатов по уравнению 22 можно выполнить возвратный расчёт, то есть повторить вычисления, начиная с п. 4, заменив в таблице 1.2 колонку « N предварительная» на « N по уравнению 22».

Следует отметить, что в нашем примере такой расчёт нецелесообразен по двум причинам. Во-первых, в год x значения по уравнениям 13 и 22 отличаются незначительно, соответственно 3885 и 4063, а, следовательно, при восстановлении численности рыб старших

возрастов значения практически не изменяются. Во-вторых, поскольку год x приходится на третий год промысла и по уравнению 10 значения P берутся с двухгодичным смещением, то это также слабо скажется на конечном результате. Тем не менее, в методическом плане приведём этот возвратный расчёт (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Пример возвратного расчёта численности генерации вероятностной когортной моделью

Год	V	N по урав- нению 20	N_m 3-6	Доля в улове с возраста 3	n_m	n_m с учетом $n_m 7$	N_m	N восста- новлен- ная	P	N по урав- нению 10	N по урав- нению 23
1	2730	7622	-	-	-	-	-	-	0,06	7681	7595
2	2235	5585	-	-	-	-	-	-	0,10	5482	5534
3	1690	3885	2195	0,33	728	659	2195	3885	0,14	3571	3821
4	1130	2522	-	0,30	665	602	1536	2666	0,19	2178	2456
5	618	1496	-	0,24	531	481	934	1552	0,26	1243	1438
6	209	806	-	0,12	271	245	454	662	0,31	626	768
7	-	-	-	-	209	209	209	-	-	-	-

При этом на последнем этапе аналогично уравнению 22 было рассчитано уравнение 23.

$$N = 173,8 \cdot t^2 - 2582 \cdot t + 10003 \quad (23)$$

Как и предполагалось, выполненный возвратный расчёт не существенно сказался на конечном результате, незначительно улучшив оценки лишь для лет промысла x и $x-1$. Диапазон относительных ошибок расчётных значений численности практически не изменился и варьирует от 5 до 8 %. Поэтому возвратный расчёт рекомендуется проводить главным образом для длинноцикловых видов, когда временной интервал между годами вступления поколения в промысел и массового его изъятия (год x) превышает четыре года. В этом случае будут уточняться значения численности первых лет вступления поколения в промысел, что важно для оценки величины пополнения.

Поскольку выше мы рассмотрели расчёт численности полностью обловленного поколения, то необходимо сказать, каким образом восстанавливается матрица прогнозируемых уловов генераций. Для этого расчёты можно осуществлять несколькими способами, такими как построение различных регрессионных зависимостей от наиболее значимых факторов среды и промысла, посредством стохастического моделирования [14, 15], ретроспективной оценки на основе имеющихся сведений по полностью обловленным поколениям [16].

Последний вариант является наиболее простым и удобным для реализации в программе Excel, поэтому рассмотрим его на примере обского чира (таблица 1.4).

Последовательность алгоритмов вычисления следующая:

1. Расчёт количества выловленных рыб по возрастным группам, исходя из возрастного состава уловов и средних масс особей.

2. Расчёт коэффициентов отношения численности улова генерации возраста a в год i :

$$s_{a,i} = \frac{c_{a+1,i+1}}{c_{a,i}} \quad (24)$$

На основе этих вычислений строится матрица коэффициентов $s_{a,i}$.

3. Расчёт средних коэффициентов отношения генерации по возрастным группам ($s_{cp,a}$).

При этом важным моментом является то, что при нахождении средних значений не должны учитываться коэффициенты ($s_{a,i}$), значительно отличающиеся от других внутри каждой возрастной группы, т.к. последние в основном обусловлены различными артефактами. Также лучше использовать коэффициенты полностью обловленных поколений.

Таблица 1.4 – Алгоритмы прогнозирования вылова на примере обского чира

№ алго- ритма	Вылов обского чира по возрастным группам, тыс. экз.										
	Год	Возрастные группы									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2000	17,39	38,63	34,91	113,43	187,91	104,55	70,95	42,34	9,48	
	2001	3,27	44,55	107,53	100,01	195,85	185,40	40,74			
	2002	62,89	63,55	92,02	75,06	28,75	51,94	13,28	8,36		
	2003	12,09	80,53	118,95	77,39	59,01	25,58	5,71	3,70	0,21	
	2004	10,06	36,51	153,32	150,80	80,09	21,09	11,26			
	2005	52,55	126,12	196,72	244,43	148,20	57,41	3,31			
	2006	1,85	22,37	41,81	157,12	128,23	61,15	22,57			
	2007	15,24	55,88	75,88	128,36	156,94	108,57	34,27			
	2008	7,02	19,94	92,87	128,20	86,20	66,00	34,40			
	2009	3,29	43,81	64,99	67,91	57,32	58,41	33,59	22,27	11,32	2,19
	2010	9,47	60,63	104,21	61,17	20,03	11,91	2,71	0,54		
4	2011	15,52	24,20	50,11	94,55	110,36	91,75	26,00	4,80		
	2012	4,23	28,74	43,74	69,31	36,35	23,46	5,28			
	2013		18,94	47,85	56,39	57,45	22,51	7,68	1,99		
	2014			31,53	61,68	46,75	35,58	7,37	2,90	0,39	
	2015				40,64	51,13	28,95	11,65	2,78	0,56	0,01
	2016					33,69	31,66	9,48	4,39	0,54	0,02
	2017						20,86	10,37	3,57	0,85	0,02
	2018							6,83	3,91	0,69	0,03
	2019								2,58	0,76	0,03
	2020									0,50	0,03
	2021										0,02
2	Матрица коэффициентов отношения уловов соседних возрастных классов $S_{a,i} = C_{a+1,i+1} / C_{a,i}$										
			4/3	5/4	6/5	7/6	8/7	9/8	10/9	11/10	
	2001/2000		2,56	2,78	2,86	1,73	0,99	0,39			
	2002/2001		19,45	2,07	0,70	0,29	0,27	0,07	0,21		
	2003/2002		1,28	1,87	0,84	0,79	0,89	0,11	0,28	0,02	
	2004/2003		3,02	1,90	1,27	1,03	0,36	0,44			
	2005/2004		12,54	5,39	1,59	0,98	0,72	0,16			
	2006/2005		0,43	0,33	0,80	0,52	0,41	0,39			
	2007/2006		30,25	3,39	3,07	1,00	0,85	0,56			
	2008/2007		1,31	1,66	1,69	0,67	0,42	0,32			
	2009/2008		6,24	3,26	0,73	0,45	0,68	0,51	0,65		
	2010/2009		18,45	2,38	0,94	0,29	0,21	0,05	0,02		
	2011/2010		2,55	0,83	0,91	1,80	4,58	2,18	1,77		
	2012/2011		1,85	1,81	1,38	0,38	0,21	0,06			
3	$S_{cp.a}$		3,92	2,20	1,37	0,73	0,62	0,33	0,38	0,02	0,02

Так, в рассматриваемом примере для расчёта $s_{cp.a}$ для трёхгодовалых рыб были отброшены высокие значения более 18 (30,25; 19,45; 18,45) и самое низкое значение 0,43, аналогично для четырёхгодовалых рыб – значения 5,39 и 0,33 и последующих возрастных групп. Для одиннадцатигодовалых рыб в этот период имеется единственное значение, эту же величину использовали для определения численности последней прогнозируемой возрастной группы.

4. Прогнозирование величин вылова осуществляется по следующей формуле:

$$C_{a+1,i+1} = C_{a,i} \cdot s_{cp.a} \quad (25)$$

Следует отметить, что прогнозирование вылова можно осуществлять не только по средним показателям коэффициента отношения, но и с учётом изменения интенсивности промысла.

Для этого необходимо построить зависимости для каждого возрастного класса между данным коэффициентом и величиной интенсивности или факторами, определяющими данную интенсивность. Кроме того, для прогнозирования важно учитывать и возможный вылов пополнения, что осуществляется на основе специальных ловов молоди или построения зависимостей между численностью родительского стада и потомства, а также различными факторами воспроизводства [18–21]. Данные зависимости позволяют объективно оценивать не только стартовые значения численности, но и определять оправдываемость прогноза уловов на основе коэффициентов отношения. Ниже на этом остановимся несколько подробней.

Важным элементом расчёта численности по ВКМ является проверка точности коэффициентов S , взятых для расчётов не полностью обловленных поколений. Данная проверка осуществляется на основе построенных зависимостей между стартовой величиной численности пополнения и факторами воспроизводства (численность родительского стада, гидрологический режим и т.п.). Если в результате сопоставления расчётная стартовая величина численности по вероятностной когортной модели существенно отличается от численности по зависимостям (выходит за область доверительного интервала), то эта информация к размышлению о причинах такого расхождения. При необходимости отдельные коэффициенты уточняются, в том числе вместо средних значений используются показатели со схожей интенсивностью промысла или полученные на основе зависимостей и расчёт повторяется.

Построенная таким образом матрица позволяет получить значения численности, не только за фактический период лет, но и за прогнозируемый интервал, на основе применяемой в последние годы некой усреднённой интенсивности промысла, соответственно рассчитав на эти годы и величины ОДУ. При этом, если разработчика усреднённые величины интенсивности лова не устраивают и существует необходимость исходя из состояния запаса задать индивидуальную интенсивность промысла, а затем посмотреть, к каким результатам данная интенсивность может привести (оценка остатка и нерестового запаса с учётом пополнения), то можно пошагово от последнего, не прогнозируемого года, определить динамику численности на основе рекомендуемых объёмов вылова. Для этого на основе матрицы численности полностью обловленных поколений и величин уловов необходимо рассчитать мгновенные и действительные коэффициенты естественной смертности, а также коэффициенты естественной выживаемости.

Последняя, применённая в данном отчёте версия ВКМ учитывает, что ограничения к применению модели обусловлены тем, что естественная убыль определяется через

промышленную и поэтому напрямую зависит от интенсивности промысла. Для исключения такой зависимости необходима корректировка результатов на недоучтенную составляющую естественной смертности. При наличии данных по естественной смертности такую корректировку можно выполнить исходя из следующего уравнения:

$$n_{m i} d_i + n_{m \text{ мод } i} = n_{m i}, \quad (26)$$

где $n_{m i}$ – фактическое количество рыб генерации, погибающих от естественных причин в год i , экз.;

$n_{m \text{ мод } i}$ – модельное расчётное количество рыб генерации, погибающих от естественных причин в год i , экз.;

d_i – доля отклонения расчётного значения количества рыб, погибающих от естественных причин от его фактического значения в год i .

$$n_{m i} = N_{M i} - N_{M i+1}, \quad (27)$$

$$N_{M i} = N_i - N_{F i}, \quad (28)$$

$$d_i = \frac{n_{m i} - n_{m \text{ мод } i}}{n_{m i}}. \quad (29)$$

Из уравнения 8 следует, что

$$n_{m i} = \frac{n_{m \text{ мод } i}}{1 - d_i}. \quad (30)$$

Однако, к сожалению, в таком виде данный алгоритм применить нельзя, поскольку фактическое значение n_m нам неизвестно. Поэтому одним из решений задачи является использование коэффициентов естественной смертности. Но такой подход несколько удлиняет процедуру, поскольку коэффициент естественной смертности определяет убыль только через показатель численности. Поэтому соотношение фактических значений убыли к модельным (расчётным) позволяет лишь постепенно устранять имеющееся расхождение в оценках, приводя к следующему тождеству:

$$\frac{n_m}{n_{m \text{ мод }}} = \frac{N \cdot \varphi_M}{N_{\text{мод}} \cdot \varphi_{M \text{мод }}} = 1. \quad (31)$$

В этом случае по мере приближения $N_{\text{мод}}$ к N фактическому $\varphi_{M \text{мод}}$ также будет приближаться к фактическому значению. Причем последнему показателю отводится роль критерия корректировки. Аналогично уравнению 11 долю отклонения от факта в коэффициенте смертности можно рассчитать как

$$d = \frac{\varphi_M - \varphi_{M \text{мод }}}{\varphi_M}. \quad (32)$$

Используя d в уравнении 12, можно каждый раз уточнять значения n_m , а затем N_M и N .

$$N_{M i} = \sum_{j=i}^n n_{m j}. \quad (33)$$

Соответственно новые значения действительного коэффициента естественной смертности определяются как

$$\varphi_{Mi} = \frac{n_{m,i}}{N_i} \quad (34)$$

Поскольку даже ориентировочные оценки естественной смертности позволяют существенно улучшить результаты ВКМ, то появляется определенная перспектива дальнейшего развития данного направления. Получить ориентировочные оценки естественной смертности не представляет большого труда. В частности, для периода интенсивного использования запаса всегда можно определить как минимум четыре значения численности генерации, через которые затем построить зависимость. Первая точка рассчитывается для возраста максимальной продуктивности вида, используя метод Алверсона – Карни и уравнение Баранова [16]. Вторая точка определяется для возраста максимального вылова генерации по вероятностной когортной модели. Третья точка определяется через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах. Коэффициент вылова рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году. Четвертая точка соответствует предельному возрасту особей в изучаемой популяции и откладывается единичным экземпляром (или как 0,001 при размерности в тыс. экз.) на оси абсцисс. Из полученной модельной динамики генерации при известных уловах рассчитываются все коэффициенты смертности. Не исключено, что для определенных периодов лет, различающихся по интенсивности промысла и режиму рыболовства, можно рассчитать некие средние показатели и на них ориентироваться.

Вычисляемые прогнозные значения численности в год $i+1$ и возраста $a+1$ будут равны произведению значений численности генерации в год i на коэффициент естественной выживаемости в этот год за разницей величины её улова. Подобным же образом оценивается влияние прогнозируемого объема ОДУ в год $t+2$ на популяцию в год $t+3$. Общее выражение изменения численности в этих случаях имеет вид:

$$N_{a+1,i+1} = N_{a,i} \cdot e^{-M_{a,i}} - c_{a,i} \quad \text{где} \quad (35)$$

N_{i+1} – прогнозируемая численность, тыс. экз.;

N_{i+1} – исходная численность, тыс. экз.;

M_i – мгновенная естественная смертность;

C_i – улов, тыс. экз.;

e^{-Mi} – выживаемость.

Таким образом, на основе вероятностной когортной модели можно выстроить целостную процедуру, состоящую из:

- оценки текущего состояния запаса;
- прогнозирования состояния запаса;
- расчёта рекомендуемой интенсивности промысла и ОДУ запаса на прогнозный год.

Получив по ВКМ значения численности вида ихтиофауны в ретроспективном, текущем и прогнозном виде, рассчитав по ним с помощью данных по росту объекта изучения биомассу его промзапаса, следом определяются ориентиры управления и ПРП, исходя из предосторожного подхода по утверждённым требованиям (приказ № 104 ФАР). В результате оценка рекомендуемой интенсивности промысла и ОДУ даётся как по ВКМ, так и после специально предложенных процедур определения биологических ориентиров (целевых, буферных, граничных) и ПРП, изложенных в монографии В.К. Бабаяна [8].

При этом, согласно ПРП [8], тактика управления конкретным 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 управления запасом при конкретно определяемой (рекомендуемой) интенсивности промысла (в значениях действительных коэффициентов φ_{Frec}):

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

$$\varphi_{Frec} = 0, \quad (36)$$

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}}, \quad (37)$$

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} = const. \quad (38)$$

Один из наиболее простых способов определения ОДУ – это разрешение на изъятие создаваемой промысловой частью запаса продукции. В данном случае эффект перелова исключается, т.к. изымаемая продукция компенсируется новым приростом ихтиомассы. Однако данный способ не является эффективным как при низком, так и при высоком уровне запаса, поскольку в первом случае это не способствует быстрому восстановлению ресурса, а во втором случае занижается возможное дополнительное изъятие ихтиомассы, неизбежно теряющейся в силу естественной элиминации. В связи с этим наиболее оптимальным способом использования запаса является применение в качестве целевого ориентира сохранение достаточной величины нерестового стада, или иначе – ведение рыболовства без ущерба естественному воспроизводству.

При наличии многолетних рядов наблюдений ВКМ позволяет определить необходимую численность родительского стада с учётом особенностей жизненного цикла того или иного вида рыбы, что в значительной степени упрощает решение поставленной задачи, поскольку взаимосвязи прогнозируются со значительным временным лагом и имеют сравнительно устойчивую цикличность [18–21].

В водных объектах Тюменской области жизненный цикл многих видов рыб, по которым определяется ОДУ, проходит не только во внутренних водах (реки, протоки, озера и т.п.), но также и в эстуариях Карского моря (Обской, Тазовской и др. губах). Юридический статус эстуариев – внутренние морские воды бассейна Карского моря, и в них среди рыбных ресурсов виды ОДУ не выделяются. По этой причине величина ОДУ таких сиgov как нельма, муксун, чир, пелядь, сиг-пыхъян и арктический омуль включает только долю от допустимого изъятия из единицы запаса, а в губах Карского моря допустимый объём вылова учитывается как рекомендованный объём вылова – РВ.

Распределение единой величины ОДУ из общего запаса по видам водных объектов и по Субъектам Федерации сделано на основе учёта соотношения вылова видов, структуры промысла и анализа освоения квот ОДУ.

Объёмы добычи рыбаками-любителями и ННН-промышленом рыб (неофициальный или неучтённый вылов), у которых расчитывается ОДУ, в Госрыбцентре в настоящее время определяется экспертно на основе анализа следующих сведений:

доступными наблюдениями сотрудников Госрыбцентра на различных промыслах за выловом, хищениями из официальных промысловых уловов, скромом-продажей рыб;

численности рыбаков (постоянных и временных) в населённых пунктах или временных станах по административным районам с дислокацией по конкретным водным объектам, устанавливаемой различными способами;

подразделением рыбаков на любителей и браконьеров, по сведениям рыбоохраны, полиции, опросам;

фактов браконьерства, зафиксированных органами рыбоохраны и МВД;

опросов рыбаков (любителей и браконьеров), сотрудников рыбоохраны, МВД, работников рыбопромысловых предприятий, органов управления рыбной промышленности разных уровней об объёмах нерегистрируемой добычи различных видов рыб по конкретным районам и водным объектам.

слежением за рынками сбыта;

Расчёты выполнены на персональных компьютерах по программам Excel и R Studio.

2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Рыбные запасы Обь-Иртышского рыбохозяйственного района формируются в условиях сложной гидрографической структуры. Тюменская область, включая ХМАО и ЯНАО, – один из самых крупных субъектов Российской Федерации площадью 15,6 тыс. км². Водные объекты, располагающиеся на такой обширной территории, различаются по генезису, гидрологическим параметрам и экологическим условиям.

Главным водным объектом области является Обской бассейн (включающий в себя и бассейн р. Иртыш). Р. Обь с притоками относится к бассейну Карского моря и представлена большим количеством рек и малых речек. Наиболее крупные притоки – реки Иртыш, Ишим, Тобол. Протяжённость Средней Оби от границы с Томской областью до устья р. Иртыш составляет 528 км, а протяженность Нижней Оби от устья Иртыша до впадения в Обскую губу – 1118 км. Площадь дельты Оби – 3250 км², из них 40 % занимают острова. Важнейшим элементом гидрографии Оби является сильно развитая предустьевая пресноводная зона – до 30 тыс. км². Обская губа служит естественным продолжением р. Обь длиной более 800 км и шириной 20-80 км, являясь важнейшим местом нагула и зимовки полупроходных видов рыб: нельмы, муксуга, чира, пеляди, сига-пыхъяна, сибирского осетра и налима.

Речной сток – важнейший фактор, величина его определяет пространственно-временные характеристики элементов гидрологического режима водных объектов речной системы Обского, Тазовского, Пурогского бассейнов. С гидрологическими условиями тесно связаны все этапы жизни ихтиофауны – размножение, развитие, рост, нагул, зимовка, а, следовательно – и состояние запасов рыб. Средний объём годового поверхностного стока р. Обь у г. Салехард составляет 408 км³ при колебаниях от 269 до 520 км³. Среднегодовой объём стока р. Таз – 49,2 км³, р. Пур – 32,9 км³.

Внутригодовое распределение стока в Обском и Тазовском бассейнах зависит от водности года. В многоводный год наблюдается уменьшение доли весеннего стока и увеличение летне-осеннего, в маловодный – увеличение весеннего и уменьшение летне-осеннего стока.

Наиболее благоприятные условия для рыбного хозяйства Обского и Тазовского бассейнов складываются в годы средней и высокой водности. Основное значение в такие годы имеют высота паводковых вод и сроки залития уникальных обширных пойменных систем Оби, нижних течений Иртыша, Таза, Пура, являющихся нерестово-нагульными площадями. В сочетании с благоприятными температурными условиями, поймы обеспечивают эффективный нерест фитофильных рыб, оптимальные условия для развития кормовой базы, выживания ранней молоди и нагула рыб. Прирост массы рыб за летний сезон в такие годы составляет до 40-

60% и более, за счёт чего увеличивается вылов в среднем на 20 %. Зимовка рыб также проходит в более благоприятных условиях.

Определяющее влияние на ихтиофауну Оби, Таза и Пура оказывают длительные и крупнейшие в мире “заморные” явления по их магистралям и многим притокам с болотным водосбором заставляющие ихтиофауну совершать миграции на значительные расстояния [41]. Например, «замор» по Оби и её в эстуарии распространяется более чем на 2000 км,

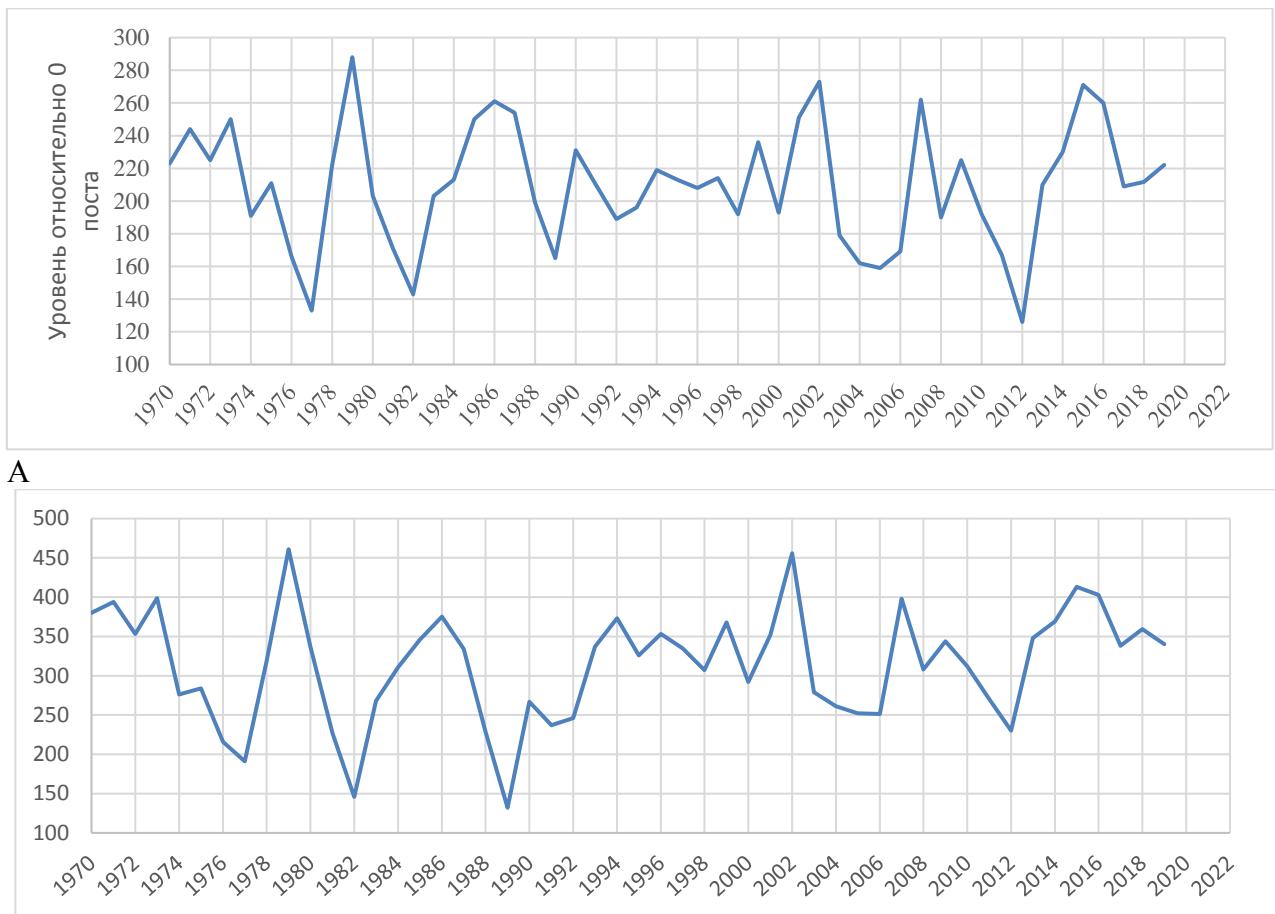
Среднегодовые уровни воды в Нижней Оби и Нижнем Иртыше в 2019 г., были выше среднемноголетних и после двухлетнего снижения с 2016 г. стабилизировались на близком уровне (рисунок 1.1). Продолжительность залития поймы паводком, определяющая длительность нагула ихтиофауны и эффективность нереста, превысила в обоих пойменных районах среднемноголетние сроки (96,2 суток залития поймы р. Обь у г. Салехард и 90,7 суток – поймы р. Иртыш у г. Ханты-Мансийск), составив у г. Салехард 100 суток, а у г. Ханты-Мансийск – 93 суток (рисунок 1.2). Поэтому в 2019 г. нагульные пойменные площади были обширнее, а численность и биомассы кормовых организмов для личинок, молоди, взрослых особей сиговых и других рыб, были больше, чем в маловодные 2011–2012 гг. При этом весна и лето 2019 г. были относительно холодные, что выразилось в пониженных температурах воды, и могло неблагоприятно отразиться на выживаемости и развитии ранней молоди сиговых рыб, скатившейся с нерестилищ уральских притоков р. Обь.

К неблагоприятным факторам относится и то, что «замор» в местах зимовок сиговых рыб в Обской губе в 2019 г. развивался почти как в 2017 г., когда наблюдалась массовая гибель рыб. В южных бухтах левого берега губы в мае 2019 г. также отмечалась гибель ихтиофауны, но смертность рыб в основном месте их концентрации, отрезанных «заморным» фронтом и сконцентрировавшихся в бухте Новый Порт, массово не произошло из-за начавшегося стока талых вод тундровых притоков.

Последовавшая после прорыва «заморных» вод анадромная миграция сиговых рыб – «вонзь» – из губы в низовья Оби наблюдалась раньше, чем в 2018 г. – с 7 июня. В результате чего у той их части, которая зимовала в Обской губе, период пойменного нагула был более продолжительный, чем в 2018 г.

Относительно благоприятными были условия зимовки 2018-2019 гг. в бассейнах рек Таз и Пур, почти не сопровождавшиеся гибелью ихтиофауны. В притоках Таза, куда на зимовку поднимается, уходя от «замора» на магистрали ихтиофауна «замор» случается периодически, сопровождаясь гибелью рыб разного масштаба.

Промысловая обстановка на магистралях Оби, Иртыша, Таза и Пура в период открытой воды в 2019 г. для ведения лова была относительно благоприятна, свойственная средневодному году.



Б

Рисунок 1.1 – Среднегодовой уровень воды р. Обь в районе г. Салехард (А) и р. Иртыш в районе г. Ханты-Мансийск (Б)



Рисунок 1.2 – Продолжительность залиния поймы р. Иртыш в районе г. Ханты-Мансийск и р. Обь в районе г. Салехард

Кроме крупных речных магистралей и пойм Оби, Иртыша, Таза, Пура в пределах Тюменской области имеются и другие очень разнообразные водные объекты. Быстрыми ручьями и олиготрофными, бедными ихтиофауной озёрами они представлены преимущественно в

верховьях рек, большинство которых берут начало на протяжённых водораздельных увалах. В лесостепной зоне разной величины водотоки замедлены, распространены и озёра. Крупные реки, многотысячные озёра и заболоченные площади представлены в таёжной зоне. В тундровой зоне сформировались гигантские озёрно-болотные системы, связанные многочисленными водотоками с основными реками и эстуариями бассейна Карского моря.

Прогноз гидрологических и климатических условий в Обь-Иртышском рыбохозяйственном районе в 2021 г. с хорошей оправдываемостью в настоящее время мало вероятен. Имевшийся опыт прогнозирования водности р. Обь с заблаговременностью в 2 года, проведённый несколькими гидрологическими институтами в 70 – 80-х годах прошлого столетия, не дал положительных результатов и более не повторялся. По остальным крупным рекам – Иртышу, Тазу, Пуре – серьёзных попыток прогнозирования объёма стока и уровней не делалось.

3 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Рыболовство является важной отраслью пищевой промышленности Западной Сибири и Тюменской области, включая автономные округа, источником постоянного и дополнительного питания большинства местного населения и поэтому сохранение и рациональное использование рыбных запасов является важнейшей задачей, фактором сохранения социальной стабильности.

С ростом городов, численности населения, загрязнением водных объектов эта задача приобретает особую актуальность. Возникает необходимость усиления и улучшения мер регулирования рыболовства, рационального отношения к ВБР, проведения работ по восстановлению сокращающихся запасов ВБР и нарушенных водных биоценозов, улучшения состояния окружающей природной среды. Разработка прогноза ОДУ является важнейшим элементом управления ВБР и регулирования рыболовства.

Используемые в Обь-Иртышском рыбохозяйственном районе на речных магистралях активные орудия лова: плавные сети, стрежевые и закидные невода, применяемые на традиционных многолетне используемых участках, снижают продуктивность бентосных биоценозов, повреждаемых нижними подборами и пригрузами орудий лова. Но площади неводных и плавных песков весьма малы относительно остальной площади дна водотоков, и в целом ущерб от действия данных орудий лова незначителен. Тем более, что в последние годы, например по магистрали р. Обь на территории ЯНАО и ХМАО стрежевые невода свою работу практически прекратили.

Закидные невода применяются в основном на официально закреплённых участках магистрали р. Таз, в дельтовых протоках р. Пур, магистрали и протоках Нижней и Средней Оби, Нижнего Иртыша. В настоящее время количество их по рекам Обь и Иртыш в сравнении с 70–90-ми годами прошлого столетия значительно сократилось. В р. Таз, напротив, на традиционных неводных участках количество неводов в последние годы увеличилось. Однако их настройка ввиду разных причин ухудшилась, загрузка уменьшилась, что снизило воздействие на донных обитателей русел рек, эффективность облова придонной ихтиофауны.

Донные тралы нигде не используются, за исключением научно-исследовательских траплений в Карском море, проводимых разными организациями.

Озёрные невода, особенно большие, могут изменять продуктивность озёрных экосистем, иногда значительно, за счёт перемещения и взмучивания донных грунтов. Это приводит к уменьшению продуктивности бентоса, к летним и зимним «заморам», вспышке фитопланктона, повреждению и уничтожению высшей водной растительности, что влияет на продуктивность ВБР. Однако эти орудия промысла немногочисленны и воздействие их локально на

немногих озёрах (оз. Пяку-То в Надымском районе ЯНАО, Чёртовы озёра в Красноселькупском районе ЯНАО, отдельные озёра Пуровского района и некоторые другие).

Негативное воздействие на ВБР оказывает браконьерский и любительский лов, при котором в водных объектах остаётся значительное количество захламляющих дешёвых китайских сетей, губящих напрасно ихтиофауну. Это повсеместная проблема, требующая запрета реализации данных вредных орудий лова.

3.1 Объекты промысла

В водных объектах Тюменской области, преимущественно в водотоках и водоёмах Обь-Иртышского бассейна, обитают по разным данным около 40 видов рыб и два вида рыбоподобных [31, 42, 44, 45].

По Приказу Минсельхоза № 548 от 16 октября 2012 г. «Об утверждении перечней видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное рыболовство и прибрежное рыболовство» (с изменениями и дополнениями) к объектам промышленного и (или) прибрежного рыболовства в области относятся более 30 видов гидробионтов:

В соответствии с Приказом Минсельхоза России № 365 от 01 октября 2013 г. с поправками, в Западно-Сибирском рыбохозяйственном бассейне к видам, по которым определяется ОДУ, отнесены такие виды рыб как осётр сибирский, стерлядь, сиг, чир, омуль арктический, муксун, тугун, пелядь, нельма, таймень, ленок, включая все формы этих видов.

Необходимо отметить, что ленок в пределах Тюменской области, включая автономные округа, не встречается. Такие виды, как осётр сибирский и таймень в промысле уже не участвуют, так как численность их крайне низкая, и они внесены в Красные Книги Тюменской области, ЯНАО и ХМАО. Правилами рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна (Приказ Минсельхоза от 22.11.2014 г. № 402 с изменениями по приказу Минсельхоза РФ от 28.2017 г. № 308) установлен запрет промыслового использования муксунна, нельмы, иртышского стада стерляди в пределах юга Тюменской области. Их вылов разрешается только для целей НИР и аквакультуры (воспроизводства).

Таким образом, на 2021 г. ОДУ определён для наиболее ценных и важных в промысловом отношении ВБР водных объектов Тюменской области, включая автономные округа: стерляди, нельмы, муксунна, чира, пеляди, сига, тугуна и омуля арктического.

Все вышеперечисленные виды рыб, по которым определяется ОДУ, в Карском море (включая его губы – эстуарии) не имеют статуса видов, по которым определяется ОДУ, по ним устанавливается только РВ и соответственно осуществляется регулирование промысла. Трансграничное воздействие в намечаемой хозяйственной деятельности не предполагается.

3.2 Анализ официальной статистики промысла

В последние годы официальная статистика промысла анализируется по данным Нижнеобского территориального управления ФАР с дополнительным учетом в размере 100 % квоты КМНС.

Вылов рыбы в 2019 г., как и в предыдущие годы, был распределён по водным объектам Тюменской области, включая автономные округа, неравномерно. Основной лов рыбы был сконцентрирован на магистрали Оби, в нижнем течении р. Таз, в Обской и Тазовской губах. По-прежнему большой проблемой для объективной оценки состояния запасов рыб является браконьерский промысел как ценных их видов, таких как стерлядь, нельма, муксун, чир, так и широко распространённых, часто встречаемых в уловах видов. Промысловики, ввиду несовершенства системы управления промыслом действующей системой квотирования уловов значительно искажают и (или) занижают реальный объём добычи. Сведения о фактической добыче рыб рыболовами-любителями и коренными малочисленными народами Севера (КМНС), которые получают специальные квоты, мало известны и крайне недостаточны ввиду сложности учёта.

Квотирование вылова видов, по которым определяется ОДУ, создаёт несколько проблем в организации и управлении промыслом:

- администрации субъектов Федерации распределяют квоты на большое количество пользователей, зачастую распределяя мизерные объёмы, чтобы обеспечить максимальное количество заявок. При этом опасения переловить выделенную квоту приводят к преднамеренному завышению объёма заявки одними пользователями, а другими многократно превышаются и утаиваются объёмы вылова, продолжавшегося под прикрытием документа длительное время, подавая отчётность при этом за свои несколько добытых килограмм по квоте в конце года. Это приводит к значительному искажению статистики;
- при совместном вылове нескольких видов рыб одни предприятия вынуждены прекращать лов при исчерпании квоты по одному из видов, что приводит к недопользованию запасов других видов. Так, быстрое исчерпание квоты на пелядь в реках Тазовского бассейна на территории ЯНАО не позволяет вести интенсивный лов сига. Другие предприятия при полном выборе квоты определённого вида запаса продолжают его добычу и фиксируют улов под видом другого ресурса;
- закрепление квот одного запаса по многочисленным промысловым участкам, принадлежащим одному пользователю, в большинстве случаев также приводит

к искажению статистики по дислокации промысла, поскольку эта негибкая мера абсолютно мешает его нормальной оперативной работе.

Динамика вылова в целом по Тюменской области, включая автономные округа, в 2019 г. в сравнении с предыдущим годом отрицательная. Общий учтённый вылов ВБР (промышленный, научно-исследовательский, для целей воспроизводства, с дополнительным учётом квоты КМНС в размере 100 %) в 2019 г. составил 24,71 тыс. т, из них рыбы – 24,6 тыс. т. По сравнению с предшествующим годом это на 3,4 тыс. т (13,8 %) меньше (рисунок 3.1). Произошло увеличение уловов квотируемых видов сиговых рыб на 206,36 т, составив 17,4 % от общего улова, тогда как в 2018 г. доля вылова сиговых составляла 16,0 %. Увеличение уловов произошло за счёт усиления промысловой нагрузки на квотируемые виды рыб за счёт эстуарных водоёмов: пелядь (5,6 %), сиг-пыхъян (2,6 %), тугун (4,2 %), чир (3,8 %). Небольшой прирост отмечен по нельме и муксуну, выделенные для целей аквакультуры и научного лова.

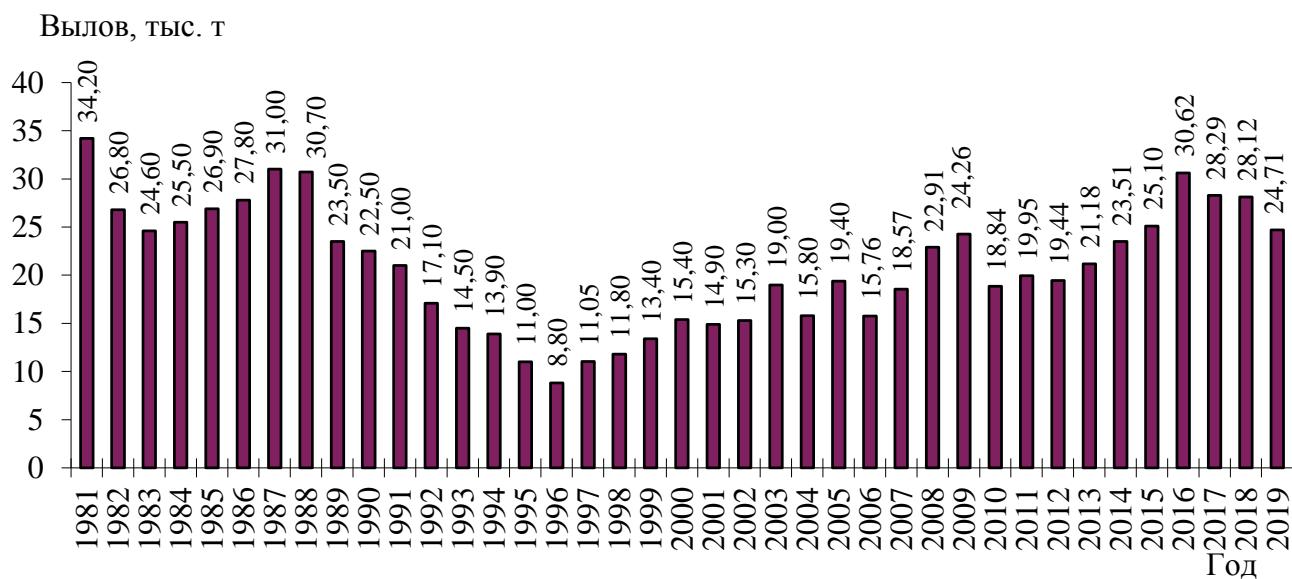


Рисунок 3.1 – Общий вылов рыбы в Тюменской области, тыс. т

Суммарный вылов видов рыб, по которым определяется ОДУ (РВ в море и ОДУ в реках и озёрах), в 2019 г. относительно 2018 г. увеличился (на 98,4 т или 4,3 %) и составил 2275,75 т (9,25 % от общего улова по области). Доля осетровых рыб, представленная в промысле стерлядью, составила 0,67 т это связано с тем, что 100,0 % рассчитанной величины ОДУ на 2019 г. была предоставлена в пользование для целей аквакультуры и научного лова.

Сведения по уловам в разбивке по видам ВБР и типам водных объектов приведены в **приложении Б**.

В эстуариях, где регулирование промысла упрощено, а добыча ценных промысловых видов осуществляется в режиме РВ по олимпийской системе освоения ресурсов пользователями, вылов «одуемых» видов в 2019 г. увеличился на 278,4 т или 29,56 %. При этом

увеличение уловов произошло по всем видам: омулю арктическому (на 2,22 т или на 667,84 %), пеляди (на 41,77 т или на 17,03 %), сига-пыхъяна (на 22,57 т или на 10,36 %), чира (на 42,99 т или на 44,02 %).

Общее освоение квот вылова рыбы на 2019 г., за последние пять лет, самое низкое – 55,9 %. При этом объемы ОДУ и РВ чира, пеляди, сига-пыхъяна были освоены, соответственно, на 78 %, 67,2 % и 74,3 %. По тугуну освоение допустимого изъятия составило 70,3 %. Невысокий уровень освоения квоты вылова ОДУ и РВ омуля арктического (23,8 %) обусловлен изменением промысловых участков в Гыданской губе и общей трудной системой организации промысла вида (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Освоение ОДУ и РВ отдельных видов, некоторых групп и рыбы в целом по Тюменской области за 2011–2019 гг., %

Группа рыб	Годы									В среднем за 2011–2019 гг.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Гольцы	5,6	4,2	8	7,6	17,6	5,1	1,5	67,0	74,8	21,3
<i>Стерлядь (осетровые)</i>	<i>54,5</i>	<i>61,3</i>	<i>63,4</i>	<i>70</i>	<i>64,6</i>	<i>77,1</i>	<i>63,1</i>	<i>13,8</i>	<i>17,6</i>	<i>53,9</i>
Сиговые	61,4	53,9	67,4	79,8	81	71,6	76,6	77,7	82,6	72,5
в т.ч. нельма	44,7	27,3	33,1	43,1	0,1	93,2	16,7	13,1	25,9	33,0
муксун	90,3	56,6	38,8	57,1	3,1	35,4	3,9	7,1	36,6	36,5
пелядь	56	53,6	65,9	62,4	78,3	70,6	72,3	69,8	76,3	67,2
чир	81,7	77,2	72,5	73,9	86,4	70	68,7	73,3	98,1	78,0
сиг-пыхъян	65,3	68,3	75,2	63,1	84,7	75,9	78,0	79,4	78,9	74,3
тугун	55	85,3	62,8	68,5	65,5	77	68,7	68,0	82,2	70,3
омуль арктический	43,1	76,3	6,9	13,3	11,7	12,4	17,4	16,5	17,0	23,8
ряпушка	57,9	43,9	76	107,8	89,2	77,7	88,2	88,8	94,2	80,4
Корюшка	61,9	17,4	18,1	134,9	29	38,1	11,9	38,3	22,0	41,3
Крупный частик	51,6	62,7	73,3	82,9	93,9	94,5	116,1	78,7	78,1	81,8
в т.ч. лещ	37,1	49,4	54,8	68	68,5	65	58,5	52,8	41,8	55,4
судак	207,5	147,2	79,9	98,3	93,4	77,7	48,5	65,5	48,6	96,3
щука	48	62,2	81,3	99,2	112	112,1	143,9	97,5	91,0	94,7
язь	55,9	64,8	71,6	74,9	83,2	83,6	103,1	66,8	74,8	75,8
Налим	30,1	38	48,3	58,9	54,2	57,8	59,8	52,6	68,4	52,2
Мелкий частик	38	45,8	48,7	56	56,4	57,1	57,3	40,2	34,6	48,5
в т.ч. плотва	44,2	62,8	64,4	78,3	75,2	72,7	57,3	47,5	41,9	60,6
елец	85,5	98,5	133,3	102,7	74	60,4	48,7	46,7	39,7	76,6
карась	27,5	18,7	19,4	21,6	23,5	29,3	25,8	27,1	23,3	24,4
окунь	44,4	75,9	83,6	95,4	109,2	86,7	88,9	59,5	51,8	77,7
ёрш	22	34,3	42,9	57,1	50,5	38,5	28,1	22,4	18,2	35,0
Всего	45,5	50,9	58,6	68,7	70,7	67,7	68,3	56,7	55,9	60,6

Примечание – курсивом выделены виды, по которым в реках и озерах определяется ОДУ

Вылов сибирского осетра в 2019 г. осуществлялся только для целей воспроизводства, но в общем улове эта величина не учитывается, так как осётр сибирский не является объектом промысла и внесён в Красную Книгу Российской Федерации. В последние годы из-за критической численности осетра вылов его для целей воспроизводства осваивался значительно

ниже от разрешенной квоты, в 2019 г. улов для целей воспроизводства немного снизился в сравнении с 2018 г. и составил 0,955 т (данные Нижнеобрыбвода).

Как и прежде, отмечаем, что официальная статистика уловов мало отражает реальное состояние и интенсивность эксплуатации запасов, так как далека от действительности, прежде всего, из-за неудовлетворительной отчетности пользователей, формального учета квоты КМНС, недоучёта уловов рыболовов-любителей и уловов браконьеров.

3.3 Любительское рыболовство и неучтенный вылов рыбы в Тюменской области включая ХМАО и ЯНАО

Тюменская область располагает огромным количеством водных объектов, поэтому любительское и спортивное рыболовство в области очень популярно. По сравнению с уловами промышленных рыболовных предприятий и рыбаков-любителей огромных масштабов достиг браконьерский вылов всех промысловых видов рыб, истинные размеры которого не фиксируются правоохранительными органами. В связи с тем, что официальная статистика уловов рыбаков-любителей предоставляемая Нижнеобским территориальным Управлением Федерального агентства по рыболовству ограничивается уловами рыбаков-любителей на лицензионных участках и не отражает действительности.

В связи с этим объём добычи ННН-промысла, в который включаются уловы рыбаков-любителей и браконьерский вылов по различным видам рыб рассчитывается на основе анализа собираемых сведений:

- статистика уловов промышленных предприятий;
- статистика уловов, предоставляемой Нижнеобским территориальным Управлением ФАР, департаментами АПК субъектов Тюменской области;
- состав и величина уловов по наблюдениям, проведённым на промысле,;
- численности и демографических показателей населения в различных административных районах для определения числа рыбаков с их дислокацией по водным объектам и с подразделением на рыбаков-любителей и браконьеров по данным рыбоохраны, опросам;
- видового состава и оценок численности ихтиофауны в различных водных объектах;
- зафиксированных фактов браконьерства ценных и особо ценных видов рыб по фактам задержаний браконьеров рыбоохраной и полицией;
- опросы рыбаков-любителей, браконьеров, работников рыбопромысловых предприятий;
- состав орудий лова рыбаков-любителей и браконьеров;
- уловы рыбаков-любителей и браконьеров в различные сезоны года;

- гидрометеорологические условия года;

Полученная информация анализируется и обрабатывается в соответствии с методическими указаниями [32, 33].

Общий улов $Y_{\text{эксп}}$ (экспертная оценка) складывается из следующих величин:

$$Y_{\text{эксп}} = Y + Y_n, \quad (39)$$

где Y – учтённый улов;

Y_n – неучтённый статистикой улов;

$$Y_n = Y_L + C, \quad (40)$$

где Y_L – уловы рыбаков – любителей;

C – браконьерские и сокрытые уловы.

Поскольку действующие правила рыболовства в нашем регионе не подразделяют рыбаков – любителей на рыбаков – спортсменов, непосредственно рыбаков-любителей (организованных и не организованных в общества), а также рыбаков, занимающихся потребительским ловом [34] в рамках «Правил рыболовства» [35], мы классифицируем уловы этих рыбаков, как уловы рыбаков-любителей. В данном разделе приводятся данные об уловах рыбаков по видам рыб, для которых устанавливается ОДУ.

На данном этапе определения величины ННН-промысла водных биологических ресурсов, кроме экспертных оценок, определилась расчётная схема незаконного вылова, по сведениям органов МВД и рыбоохраны. При этом учитывается территориальное видовое распределение ВБР, специфика ведения промысла в районах, приуроченных к тем или иным водным объектам, предполагаемое количество людей, занимающихся незаконной добычей, а также интенсивность ведения промысла.

Для перерасчета количественного вылова в весовой использовался среднемноголетний показатель массы рыбы, полученный при проведении научных исследований.

Общий вылов каждого вида рыбы, добываемого ННН-промыслом, рассчитывался по уравнению:

$$C = \frac{CPUE \times N_b \times J \times g}{1000}, \text{ где} \quad (41)$$

C – общий вылов, т;

$CPUE$ – вылов на промысловое усилие, кг;

N_b – предполагаемое число браконьеров, чел;

J – интенсивность промысла, число промысловых операций за рыболовный сезон, шт;

g – коэффициент, определяющий долю браконьеров, специализирующихся на вылове данного вида рыбы.

На территории ЯНАО основной браконьерский вылов нацелен на сиговых рыб: в период зимовально-нагульной миграции (январь – май) лов сконцентрирован в Обской и Тазовских губах (Ямальский и Тазовский р-ны), следовательно за данный рыболовный сезон в среднем выполняется 20–21 (5 месяцев/7 дней между промысловыми операциями) проверок сетей.

Летний и осенний (июнь – октябрь) периоды время вонзевой миграции, летнего нагула и нерестовой миграции – сиговые концентрируются в Надымском, Приуральском, Шурышкарском, Пуровском и Тазовском районах. За рыболовный сезон выполняется в среднем 9–20 промысловых операций в зависимости от времени нахождения рыбы и протяженности миграционных путей. Кроме сиговых рыб при ведении промысла в значительной степени прилавливаются налим, щука, язь, плотва и др. виды рыб.

Информации о незаконной добыче рыбы на территории ХМАО крайне мало, однако можно отметить, что основными видами для промысла являются осетровые рыбы весной и начале лета в период нерестовой миграции и нереста, а также в зимний период на незаморных участках рек – зимовых ямах. Промысел осуществляется на магистрали Оби и её основных притоках. Браконьерству также подвержены пелядь, нельма, язь, щука и др. виды.

На юге области, в Тюменском, Тобольском, Ярковском, Уватском районах, незаконным промыслом в период нерестовых и зимовых миграций (май–июль, декабрь–март) добываются осетровые (осётр, стерлядь), сиговые (нельма, муксун), а также частиковые (лещ, щука, язь и др.) рыбы. Таким образом, для осетровых рыб основное время для промысла – декабрь–февраль и май–июль, при этом в зависимости от района в среднем выполняется от 4 до 20 промысловых операций за сезон. Для частиковых рыб периодичность промысла установлена как круглогодичная с циклом выполнения промысловых операций один раз в неделю.

При определении потенциального числа рыбаков, занимающихся нелегальным промыслом, использовались данные Росстата о переписи населения, половом и возрастном составе населения. При расчёте учитывалось сельское мужское трудоспособное население в возрасте от 16 до 60 лет. По ряду натурных опросных оценок принято, что из данной группы населения 10 % являются незаконными добытчиками рыбы под реализацию разных масштабов. При этом считается, что для удобства выполнения рыболовных операций промысел ведется одним рыболовным звеном, состоящим из двух человек.

Исходя из выполненных расчётов, на территории Тюменской области более 10,2 тыс. человек занимаются незаконной добычей рыбы, из них на территории ЯНАО – около 1,39 тыс., ХМАО – 1,92 тыс. человек.

В соответствии с проведенным анализом обращений органов МВД в Тюменский филиал «ВНИРО» для проведения экспертиз незаконных уловов и информации, отображаемой в СМИ, учтённый браконьерский вылов на территории Тюменской области (включая АО) в 2018 году достиг 38 т, а в 2019 года превысил 66 т.

Эти цифры не отражают действительного масштаба ННН-промысла из-за значительного занижения в силу целого ряда причин, но все-таки позволяют оценить браконьерский вылов отдельных видов биоресурсов.

В результате по сведениям об интенсивности браконьерского лова, количеству людей, занимающихся ННН-промыслом, их специализации по видам рыб, периоде ведения

рыболовства, количеству добываемой рыбы за разовые операции добычи рассчитали объём незаконной добычи ВБР (таблица 3.2).

Таблица 3.2 –Интенсивность незаконного вылова ВБР по данным МВД и заметкам СМИ

Вид	Масса 1 особи, кг	ЯНАО		ХМАО		Юг Тюменской области	
		экз./рыбака	кг/рыбака	экз./рыбака	кг/рыбака	экз./рыбака	кг/рыбака
Осетр	2,00	1	2,00	1	2,00	1	2,00
Стерлянь	0,28	3	0,85	2	0,57	3	0,85
Нельма	2,50	1	2,50	2	5,00	1	2,50
Муксун	1,30	5	6,50	–	–	–	–
Чир	0,61	36	21,82	–	–	–	–
Пелянь	0,29	56	16,02	–	–	–	–

Видно, что в водных объектах Тюменской области особо ценных видов ВБР браконьерами добывается: 15 т осетра, 24 т стерляди, 47 т нельмы, 92 т муксунна. В целом, полученные объёмы браконьерского вылова по осетру и нельме, по нашему мнению, является непротиворечивыми, так же, как и по муксуну, чиру и пеляди в ЯНАО, стерляди по югу области.

Тюменская область (юг)

На юге области основными местами посещаемыми рыбаками-любителями являются бассейны рек Иртыш, Тобол, Тавда, Тура. При написании данного раздела были использованы материалы, собранные во время полевых исследований в 2019 г, материалы, основанные на опросе рыбаков-любителей, проживающих в Тюменской области, данные об уловах Нижнеобского тер. управления Росрыболовства, а также информация, собранная на рыболовных интернет-ресурсах.

Видами, для которых определяется ОДУ в водных объектах Тюменской области являются стерлянь и нельма. Оба вида запрещены для промысла Правилами рыболовства и вылавливаются исключительно в целях рыбоводства и для научно-исследовательских целей.

Мягкая зима благоприятно сказалась на зимовке ихтиофауны в Тоболе, Туре, Тавде и других реках. Зима 2019 года характеризовалась значительным снежным покровом. Необходимо отметить, что год был многоводным, и на юге области пойма заливалась паводковыми водами, при этом паводковые воды держались дольше чем обычно.

По Правилам рыболовства [35] в Тюменской области рыбакам-любителям запрещен вылов рыб для которых устанавливается ОДУ (стерлянь, нельма, муксун), а также вылов осетра, который занесен в Красную книгу. ННН-промысел на юге Тюменской области развит достаточно сильно. Основная часть браконьеров проживает на берегах магистральных водных объектов в поселках, где рыбная ловля является основным источником доходов. Поскольку значительная часть популяций видов рыб, для которых устанавливается ОДУ приурочена к реке Иртыш, соответственно на Иртыше сосредоточен основной браконьерский промысел (рисунок 3.2).

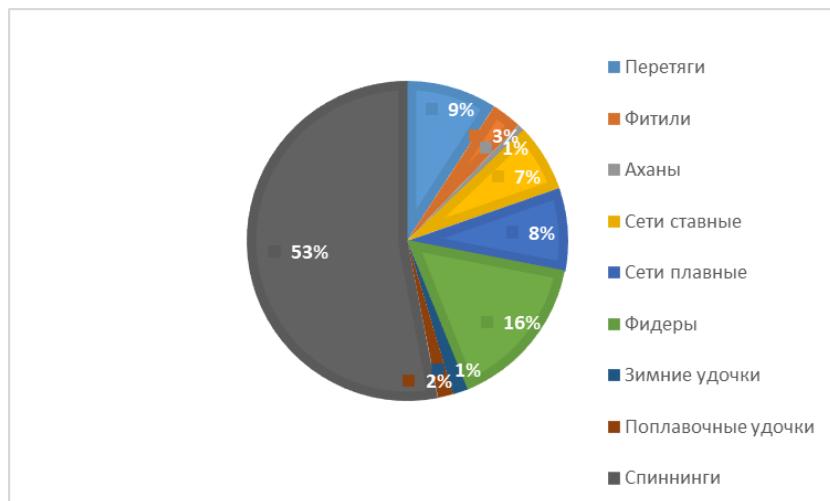


Рисунок 3.2 – Доли рыбаков, использующих различные виды орудий лова на р. Иртыш в период открытой воды, 2019 г

Нельма, в силу своей биологии, и низкой численности популяции является залавливается браконьерами случайно и в незначительных количествах. Браконьерами также вылавливается молодь осетра, численность которой в Иртыше достаточно высока. Кроме Иртыша, молодь осетра встречается в реках Тобол и Тавда. Вылов стерляди в регионе браконьерским способом находится в пределах ранее существовавших промысловых уловов. Так, один браконьер, за сезон открытой воды добывает от 400 до 600 кг стерляди при помощи ловушек – стерляжьих морд (перетяг) и донных плавных сетей. В их уловах также присутствует неполовозрелый осетр. Экспертная оценка вылова рыбы (видов доля которых рассчитывается ОДУ) в водных объектах юга Тюменской области составила 22,3 т (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Вылов некоторых видов ВБР ННН-промыслом на территории Тюменской области, тонн

Вид водного биоресурса	Тюменская область
Осетр	5
Стерлянь	16
Нельма	1
Муксун	0,3
Итого:	22,3

ХМАО

В ХМАО-Югре большая часть рыбы вылавливается в Оби, ее протоках. Основными объектами любительского рыболовства в округе (на рыбопромысловых участках) в 2019 г являлись пелянь и тугун. Объектами ННН-промысла, кроме данных видов, являются нельма, муксун и стерлянь.

По численности рыбаки-любители во много раз превосходят количество рыбаков-промысловиков и имеют более низкие индивидуальные уловы.

Особенностью любительского рыболовства в ХМАО является то, что значительная часть населения используют кроме крючковой снасти ставные и плавные сети, а также закидные невода. Кроме этого, значительная часть рыбаков-любителей, проживающих в населенных пунктах, расположенных на реках, имеют большее количество плавсредств, по сравнению с рыбаками-любителями юга области, что связано с многочисленностью и близостью крупных водотоков, таких как Обь и ее притоки, развитого промысла рыбы, дичи и дикоросов. При этом рыбная ловля в ХМАО настолько популярна, что ей занимается большая часть мужского населения, а также часть женщин. Доля рыбаков-любителей, занимающихся ловом рыбы на лицензионных участках, и их уловы незначительны (таблица 3.4).

Экспертная оценка вылова рыбы в водоемах ХМАО Тюменской области в 2019 году составила 164,2 т (таблица 3.5).

Таблица 3.4 – Уловы рыбаков - любителей на лицензионных участках, предназначенных для любительского и спортивного рыболовства в ХМАО-Югре в 2019 г.

Район (водный объект) добычи (вылова)	Вид рыболовства	Вид водного биоресурса	Объем добычи (вылова) с начала года
Реки ХМАО	Любительское и спортивное	Пелядь	4,097
		Тугун	0,209
Итого:			

Таблица 3.5 – Вылов некоторых видов ВБР ННН-промышленом в водных объектах ХМАО в 2019 г, тонн (видов по которым рассчитывается ОДУ)

Вид водного биоресурса	ХМАО
Осётр	7
Стерлядь	35
Нельма	16
Муксун	3
Чир	1,9
Пелядь	111
Тугун	11,6
Сиг-пыхъян	2,4
Итого:	187,9

ЯНАО

Специфика округа заключается в том, что основу ихтиофауны по численности и биомассе составляют сиговые виды рыб. Кроме этого, значительные запасы рыб сосредоточены в Обской и Тазовской губах, где традиционно ловят рыбу сетями, а лов крючковой снастью является уделом немногочисленных туристов и любителей спортивной рыбалки. Спиннинговой снастью в крупных реках ЯНАО ловят не только щуку и окуня, но и нельму. Если сравнивать

юг области, ХМАО и ЯНАО, то доля рыбаков, предлагающих крючковую снасть в ЯНАО будет самой низкой, что объясняется спецификой менталитета местного населения и спецификой водотоков (эстуарии, где рыбная ловля крючковой снастью малоэффективна). Так, например, в пгт Тазовский на крючковую снасть ловят 8 – 10 человек, а рыбной ловлей занимается около 3000 человек. В ЯНАО популярными у рыбаков-любителей являются реки Собь, Сыня, Войкар, Надым, Пур, Таз, Обь, Се-Яха, Надуй-Яха, а также труднодоступные озёра, где объектом промысла кроме щуки и окуня является голец и сиговые виды рыб.

По материалам, поступившим в институт для экспертизы и по изъятым рыбинспекцией и правоохранительными органами уловам (таблица 3.6,) также можно судить о масштабах существующего ННН-промысла в бассейнах Обской и Тазовской губ.

Экспертная оценка вылова рыбы рыбаками-любителями и ННН-промыслом в водоемах ЯНАО в 2019 году составила 673 т, что объясняется тем, что численность и ихтиомасса видов, для которых определяется ОДУ в ЯНАО гораздо выше, чем на территории ХМАО и юга Тюменской области.

Таблица 3.6 – Вылов некоторых видов ВБР ННН-промыслом в водных объектах ЯНАО в 2019 г, тонн (видов доля которых рассчитывается ОДУ)

Вид водного биоресурса	ЯНАО
Осетр	3
Стерлянь	1
Нельма	30
Муксун	89
Чир	373
Пелянь	355
Сиг-пыхьян	69
Омуль	30
Тугун	2
Таймень	1
Итого:	943

Экспертная оценка неучтенных уловов рыбаков-любителей, промысловиков и браконьеров по Тюменской области (включая ХМАО и ЯНАО) составляет значительную часть от объема официальной добычи. Так, в 2019 г. экспертный учёт не вошедшего в статистику вылова по Тюменской области (для видов рыб, по которым рассчитан ОДУ) составил 1158,2 тонн (таблица 3.7).

Можно видеть, что добыча рыбы, не учитываемая официальной статистикой, по Тюменской области (включая ХМАО и ЯНАО) составляет более половины от объема добычи рыбной промышленностью, а по отдельным ценным видам (нельма, муксун, чир, стерлянь, тугун) ВБР превосходит или на уровне официального промысла. Основными причинами высокого уровня ННН-промысла является несовершенство управления промыслом действующей системой квотирования уловов, очень слабая эффективность рыбоохраных

мероприятий и практически полное отсутствие контроля и регулирования торговли рыбной продукцией.

Таблица 3.7 – Экспертная оценка неучтённого вылова рыб, по которым определяется ОДУ, официального и общего уловов в 2019 году в водных объектах Тюменской области, включая ХМАО и ЯНАО, тонн

Вид рыбы	Неучтенный вылов (любительский, скрытый, браконьерский) 2019 г.	Официальный улов 2019 г.	Общий вылов (с неучтённым выловом)	ОДУ на 2021 г.
осётр	10	-	10	
стерлянь	52,0	0,7	52,7	5,4
нельма	47,0	0,5	47,5	1,7
муксун	92,3	1,5	93,8	3,4
пелянь	466	1247,9	1713,9	1774,0
чир	374,9	232,4	607,3	224,0
сиг-пижьян	71,4	742,1	813,5	891,0
омуль арктический	30,0	36,5	66,5	186,0
тугун	13,6	14,0	27,6	17,0
таймень	1,0	-	1,0	-
Итого:	1158,2	2275,6	3433,8	3102,5

4 ПРОГНОЗ

4.1 Осётр сибирский

В связи с катастрофическим снижением численности обской популяции сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, в 1998 году он был включён в Красный список МСОП со статусом EN A2d (вид в угрожаемом состоянии с резко сокращающейся численностью в результате эксплуатации), а также в Красную Книгу ЯНАО, ХМАО, Тюменской области. Для охраны обской популяции промысел этого вида запрещён «Правилами рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна».

Распространение. В Обь-Иртышском бассейне обитает осётр сибирский *Acipenser baerii* Brandt, 1869, распространённый от северной части Обской губы (единичные экземпляры молоди осетра встречаются у мыса Дровяного) до истоков Оби (известен случай поимки осетра в Телецком озере). В Тазовскую губу и её реки осётр заходит в небольшом количестве. По основным речным магистралям, таким как Обь, Иртыш ранее свободно мигрировали производители на нерест, вплоть до Бии и Катуни [42]. В настоящее время произошло сокращение ареала осетра в его южной части, он уже не встречается в бассейне р. Бии, а по р. Катуни поднимается не выше села Сростки (53 км от устья). Обитает в притоках Оби: реках Чулыме, Чарыше, Надыме и Иртыше, встречается в устьевых участках других крупных притоков. В р. Чулыме осётр распространён на протяжении 1300 км от устья, в р. Иртыше до оз. Зайсан, р. Чёрный Иртыш - до впадения р. Крена (Китай), встречается в притоке р. Иртыша р. Тоболе.

Основные места нагула находятся в Обской губе, дельте и нижнем течении реки. Ежегодные заморы, представляющие характерную особенность Обского бассейна, делают невозможным круглогодичное пребывание осетра на значительной части бассейна. Под влиянием наступающего замора молодь осетра и задержавшиеся в пределах заморной зоны взрослые половозрелые особи скатываются в губу, небольшая часть осетровой молоди и взрослых рыб зимует у живунов правобережья Оби (Белогорский материк), на яме в устье р. Войкар, иногда заходит в уральские притоки р. Нижняя Обь.

Освежение воды в губе происходит в мае-июне под влиянием талых вод тундровых речек и весенних вод Оби. Заморные воды постепенно смещаются к северу; с прорывом фронта заморных вод начинается массовая миграция всех видов рыб, в том числе и осетра, из Обской губы в реку Обь. Весенний ход осетра в Обь представляет в основном нагульную миграцию, и только позднее для половозрелой части стада она превращается в нерестовую. Некоторая часть осетра, преимущественно его молодь, нагуливается в Обской губе или мигрирует для нагула в Тазовскую губу. С окончанием нагула неполовозрелая часть стада и отнерестившиеся в этом году рыбы осенью уходят для зимовки в Обскую губу.

Полупроходной осётр Обь-Иртышского бассейна представлен только озимой формой. В июле – начале августа половозрелые самцы и самки начинают подниматься на зимовальные ямы. До закрытия плотины Новосибирской ГЭС в Средней и Верхней Оби насчитывалось до 60 зимовальных осетровых ям. В низовьях Иртыша основная часть зимовальных ям находится в Уватском и Тобольском районах. Известны также зимовальные ямы в Ханты-Мансийском автономном округе и Вагайском районе.

Весной, с распалением льда, осётр поднимается с зимовальных ям и направляется к местам нереста. Нерестилища осетра в Верхней Оби до закрытия плотины имелись на большом протяжении. Протяжённость нерестилищ составляла около 1000 км. С постройкой Новосибирской ГЭС основная часть нерестилищ утратила своё значение для воспроизводства полупроходного осетра.

В Иртыше часть осетра нерестится в нижнем участке среднего течения от Тобольска до Тары. На этом участке имеются каменистые и песчано-галечные перекаты. Небольшая часть производителей осетра заходит для нереста в Тобол и его притоки.

Промысел. В связи с полным запретом на промысел осетра и внесением его в целый ряд Красных Книг ежегодно выделяются квоты только для его вылова в целях воспроизводства. Несмотря на принимаемые меры, запасы его продолжают снижаться. Одиннадцать лет запрета промыслового лова сибирского осетра р. Оби в связи с внесением данного вида в Красную Книгу РФ объективно проявляется только исчезновением этого вида из статистики вылова. Крайне редкие случаи выпуска половозрелых особей осетра из орудий лова обратно в водоёмы в живом виде имеют место лишь в присутствии инспекторов рыбоохраны. Регулярно происходит задержание браконьеров, которые не выпускают обратно даже молодь. Специализированной программы или мероприятий по предотвращению вылова этого вида независимо от его возраста или размеров не разработано.

Запрет промысла осетра не позволяет проводить сбор ихтиологического материала по оценке его запасов. Следение за состоянием его стада осуществляется почти одними опросными сведениями и по результатам заготовки производителей в целях воспроизводства.

Так, судя по отзывам рыбаков и работников рыбоохраны, количество молоди осетра в последние годы увеличилось в р. Иртыш, что мы связываем с результатами деятельности Абакалского рыборазводного завода.

В уловах браконьеров, изымаемых рыбоохраной, отмечаются особи со средней длиной 49,6 см и массой – 1217 г [43].

Учтённый вылов осетра в 2019 г. в Обь-Иртышском бассейне для целей воспроизводства составил 0,955 т (рисунок 4.1). Заготовка его производилась ФГБУ «Нижнеобьрыбвод»

на реке Иртыш в пределах Тюменской области. Всего за период заготовки добыли 74 экз. полновозрелых особей.

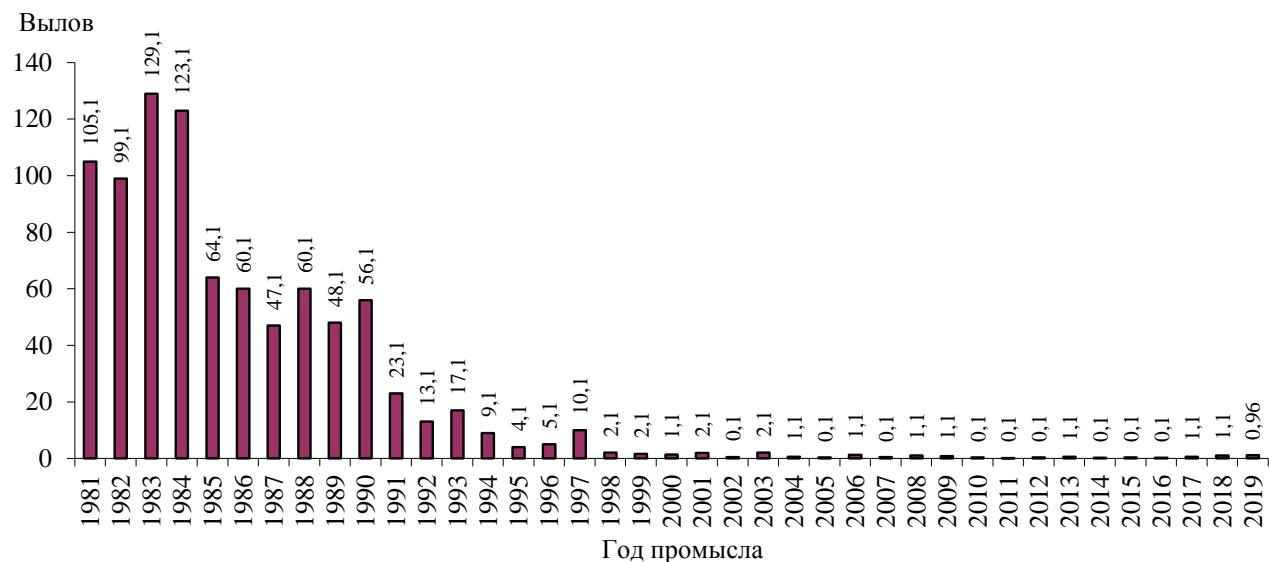


Рисунок 4.1 – Динамика вылова осетра в водных объектах Тюменской области

Важное значение для воспроизводства осетра имеет охрана основных миграционных участков и нерестилищ. При этом охрана ограничена лишь созданием в Томской области Чулымского Государственного осетрово- нельмового заказника в Тегульдетском районе, где сосредоточены основные на Чулыме нерестилища осетра, муксуна, нельмы, а основные рыбопромысловые участки находятся на территории Тюменской области. В связи с этим, браконьерский вылов осетра на разных стадиях жизненного цикла продолжается.

Рыбопромысловые районы, располагающиеся в среднем течении Оби, служат миграционным путем производителям осетра, поднимающегося из Обской губы на нерестовые участки в верхнюю Обь. Например, на стрежпесках Томской области в 2004 г. был отмечен прилов производителей осетра. В этой связи следует указать, что отказ от лова стрежневодами в тёмное время суток способствует, в определённой мере, сохранению производителей осетра от вылова, так как обычно в это время отмечается активизация их передвижений. Но это положение в условиях отсутствия специализированной программы и планомерных мероприятий по предотвращению вылова охраняемого краснокнижного вида рыбы не способно дать сколько-нибудь ощутимого результата.

Кроме того, постоянно происходит прилов неполовозрелых особей осетра в стрежневодах. Так в августе-сентябре 2004 г. за 59 дней наблюдений на Парабельском стрежпеске вылов молоди осетра за одно притонение колебался от 107 до 2 экз., составляя в среднем 20,2 экз./тонн. В августе интенсивность попадания была выше (28,9 экз./тонн), а к сентябрю снизилась до 14,7. Наиболее «уловистыми» для молоди осетра остаются утренние притонения,

что является результатом концентрации особей в районе стрежевой тони в ночное и вечернее время, когда промысел не ведется.

Позднее число попадающей в невод молоди снижается, в отдельные дневные тони до 2 экз. Тем не менее, средний прилов молоди за одно притонение в 2004 г. оказался почти вдвое больше, чем в 2002 г. (10,8 экз./тонь). В связи с этим, нетрудно рассчитать на основе интенсивности работы стрежневодов в области в 2004 г., что общее число прилавливаемой молоди осетра в 2004 г. могло возрасти до 29–30 тыс. экз. по сравнению с периодом 2000–2002 гг. (15,6 тыс. экз.).

Отсутствие эффективных мер сохранения молоди любого вида рыб, особенно длинноциклических, таких как осетровые, сиговые и другие, даже в условиях высокопродуктивного естественного воспроизводства не способствует наращиванию численности и укреплению запасов, поэтому одной из важнейших задач по увеличению численности обского осетра остается разработка мер по сохранению молоди, способной дожить до первого нереста.

В целом можно констатировать, что численность сибирского осетра в ближайшие годы, несмотря на некоторое увеличение прилова его молоди, сохранится на крайне низком уровне.

ОДУ сибирского осетра на 2021 г., в связи с его статусом краснокнижного вида и запретом промысла, не прогнозируется.

4.2 Стерлядь

4.2.1 Общая характеристика вида.

Стерлядь *Acipenser ruthenus*, её подвид сибирская стерлядь *A. ruthenus marsigliai* Brandt, 1833 имеет широкое распространение в Обь-Иртышском бассейне, образуя несколько относительно обособленных группировок ясно не определённого таксономического значения, из которых в пределах Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна наиболее многочисленные и имеющие промышленное значение стада обитают в среднем течении Оби, а также в нижнем и среднем течении Иртыша.

В бассейне р. Иртыш на территории Тюменской области промысел стерляди запрещён правилами рыболовства. На территории ХМАО промыслом осваивается два стада стерляди: среднеобское, южная граница ареала – Новосибирская ГЭС и северная граница – устье Иртыша, и нижнеиртышское стадо, северной границей распространения которого является Октябрьский район, а южной – граница с Омской областью.

4.2.2 Стерлядь обская

Обская стерлядь в основной своей массе распространена в Оби от слияния Бии и Катуни до устья Иртыша, встречается в нижнем течении и дельте Оби. В небольшом количестве

встречается в Обской и Тазовской губах, что неоднократно фиксировалось проводимыми в прошлые годы траловыми съёмками.

С 1957 г. после сооружения плотины Новосибирской ГЭС выше её сформировалось обособленное стадо, распространённое в Новосибирском водохранилище, в нижнем течении Бии, Катуни, Чарыше, где имеются нерестилища, заходит в реки Чумыш, Алей, Калманку.

Стадо бассейна Средней Оби распространено от плотины Новосибирской ГЭС до устья Иртыша. В пределах этого района стерлядь обыкновенна как по магистрали Оби, так и в нижнем и среднем течении Томи, Чулымы, Ваха. В границах Тюменской области до устья Иртыша обитает в основном неполовозрелая, пропускающая нерест или отнерестившаяся в текущем году часть её обского стада, в целом значительно меньшая по объёму от части стада, остающейся в пределах Томской области. При этом в мае-июне отмечается подъём её производителей в р. Вах, где может быть своё обособленное стадо, что требует изучения.

Половое созревание самок обской стерляди наступает в возрасте 4–6 лет, самцов – в 3–5 лет. Нерест неежегодный: самки нерестуют в массе через три, возможно через четыре года, самцы – в основном через два года [42, 44, 50, 51]. После нереста на участке Оби ниже плотины Новосибирской ГЭС в Томской области, в упомянутых притоках Оби стерлядь скатывается на участок магистрали Оби ниже нерестилищ вплоть, до как уже отмечено, устья Иртыша, заходя в сора и протоки пойменной системы Оби. По мере осушения поймы её особи концентрируются в крупных сорах, протоках. Некоторая часть рыб задерживается в крупных притоках до глубокой осени, покидая их только с возникновением заморных явлений. При этом бо́льшая часть нагульной стерляди поднимается вверх по Оби выше заморной зоны, а не успевшие это сделать особи под давлением заморных обских вод скатываются в Нижнюю Обь, «оседая» по пути на «живунах» и в нижних течениях незаморных притоков (например, в р. Сыня), а некоторая их часть скатывается в Обскую губу.

В прошлые годы в промысловом стаде отмечались особи до 20+ и более лет. В настоящее время в связи с высокой промысловой нагрузкой возраст промысловой стерляди ограничен 8–10 годами с единичными экземплярами до 14+ лет.

4.2.2.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза допустимого вылова обской стерляди имеются многолетние данные по ряду её биологического-популяционных показателей и промысловым уловам. Практически отсутствуют сведения о промысловых усилиях орудий лова, применявшимся для её добычи, а также по индексам запаса или численности рыбаков.

Биологическая характеристика. Возрастной ряд контрольных уловов стерляди плавными сетями ячейй 36-45 мм в Нижневартовском районе ХМАО в 2019 г. состоял из особей

от 1 до 8 лет. Средний возраст составил 3,1 года. Наблюдается увеличение численности 2+—3+ летних особей, что отмечается уже третий год подряд, и сокращения средне- и старшевозрастных рыб. Это может трактоваться, как эффект вступления в промысел урожайных поколений, или возрастания промысловой нагрузки, сокращающей продолжительность жизни стерляди, или действия обоих фактора одновременно. Результат – снижение или увеличение численности стада стерляди в условиях почти отсутствия официальных уловов, но высокого ННН-промысла, можно отследить по дальнейшей динамике возрастного состава. На наш взгляд определённое увеличение численности пополнения стада имеет место в следствие многоводного периода 2014-2019 гг., когда улучшились условия воспроизводства стерляди и снизилась эффективность промысла (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Возрастной состав стерляди обской популяции в контрольных уловах, Ханты-Мансийский и Нижневартовский районы ХМАО, %

Год промысла	Возрастная группа, %										Среднее	
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+ и более	возраст, год	масса, г
2006	-	6,9	6,9	12,7	23,5	23,5	22,6	2,9	1,0	-	5,3	267
2007	1,7	0,8	0,8	13,4	22,8	28,7	19,3	10,9	0,8	0,8	5,8	264
2008	6,0	33,3	24,4	19,0	10,1	6,0	1,2	-	-	-	2,8	168
2009	7,1	32,2	25,2	17,5	10,0	6,0	1,8	-	-	-	2,7	168
2010	15,1	27,9	20,9	24,4	4,7	4,7	1,2	1,2	-	-	3,0	253
2011	2,1	13,9	31,3	29,2	14,6	5,6	1,4	2,1	-	-	3,8	297
2012	1,9	9,3	11,1	27,8	16,7	13,0	13,0	5,6	-	-	3,9	422
2013	1,0	3,0	12,0	31,5	30,0	16,0	3,5	3,0	-	-	4,6	337
2014	22,3	17,7	11,4	13,7	16,0	10,9	5,7	2,3	-	-	3,7	303
2015	1,5	11,8	20,0	24,1	23,1	15,4	3,1	1,0	-	-	4,2	289
2017	19,5	31,1	33,4	13,3	2,7	-	-	-	-	-	3,1	303
2018	16,5	26,5	22,2	11,5	8,2	5,1	4,8	4,0	0,9	0,3	3,5	300
2019	0,8	28,5	43,9	15,9	6,7	3,3	-	0,8	-	-	3,1	331

Самки и самцы в уловах были представлены практически в равных количествах. Длина стерляди из р. Обь в 2019 г. в среднем составляла 36 см, средняя масса – 331 г.

4.2.2.2 *Обоснование выбора метода оценки запаса*

Исходя из имеющейся биолого-промысловой информации, для определения численности и прогнозирования ОДУ обской стерляди возможно применение различных традиционно используемых и рекомендованных в последнее время когортных моделей [9, 11, 12, 24, 57]. Однако это осложнено отсутствием информации по выловам на промысловые усилия, малодостоверных данных по официальному вылову, затруднённой оценкой селективности при применении сепарабельных ВПА-моделей (из-за разной ячей в сетях, мордах на перетягах, закидных неводах), что в условиях низкой численности стада стерляди в последние годы

может привести к большим ошибкам при её оценке с последующими неверными выводами и расчётами ОДУ.

Исходя из имеющегося информационного обеспечения, для оценки численности и биомассы стерляди можно использовать вероятностную когортную модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 59], позволяющую оценить в значительном приближении весь запас и ранее уже более десяти лет применяющуюся для расчётов численности, биомассы и ОДУ стерляди.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову подходят для применения пакета методов расчёта допустимого изъятия запаса DLMtool. Основные результаты расчётов представлены в разделе 4.2.1.4

4.2.2.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Уловы стерляди в Тюменской области после 1980 г. не превышали 20 т (рисунок 4.2).

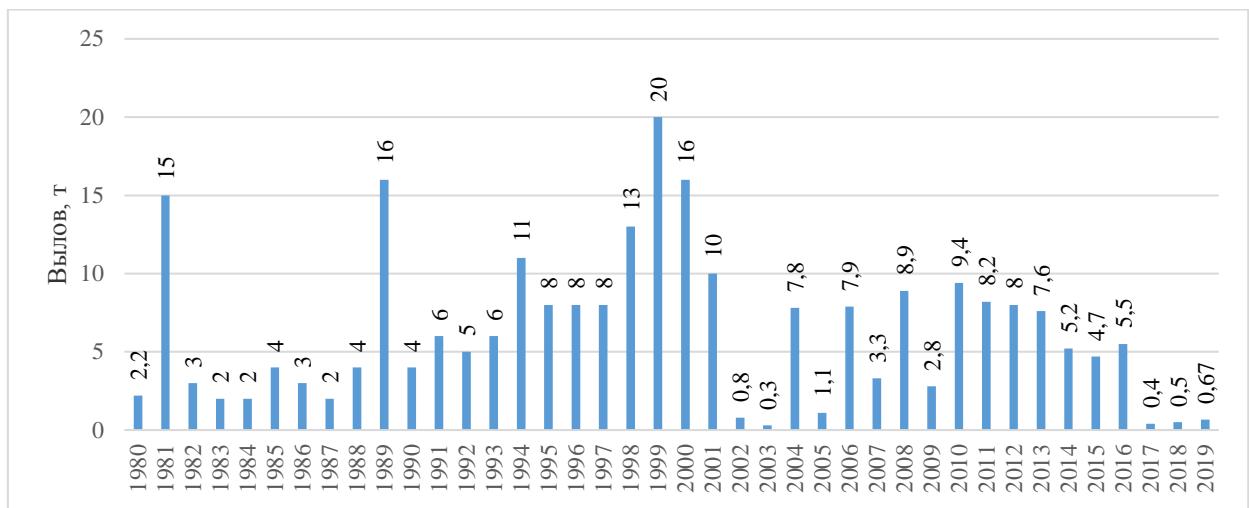


Рисунок 4.2 Динамика вылова стерляди в Тюменской области

По запасам и величине вылова наибольшее значение – до 80 % – имеет среднеобское стадо. В середине 90-х годов уловы стерляди находились на низком уровне и составляли 4,3–5,8 т. В конце 90-х годов в связи с принятием организационных мер, вылов стерляди на водоёмах ХМАО – Югры стабилизировался в районе 10 т.

В 2002–2005 гг. промышленный лов стерляди был запрещён, квоты вылова выделялись только для лова в научно-исследовательских целях и для целей воспроизводства. Начиная с 2006 г., квоты на вылов стерляди выдавались не только для научно-исследовательских целей, но и на лицензионный и промышленный лов, а также представителям малочисленных коренных народов.

В 2019 г. квоты выделялись только на лов для научно-исследовательских целей и аквакультуры (воспроизводства).

Вылов стерляди в Тюменской области с ХМАО в 2019 г. по материалам Нижнеобского территориального управления составил 0,67 т. Из них 0,44 т – обской стерляди и 0,23 т –иртышской. Промысел её осуществлялся на р. Иртыш, р. Обь в Ханты-Мансийском автономном округе и р. Иртыш на юге Тюменской области. При этом существующий интенсивный ННН-промысел в р. Обь на территории ХМАО, по ряду оценок изымает до 30–40 т стерляди ежегодно.

Динамика запаса. Динамика промзапаса (по численности и биомассе) обского стада стерляди, рассчитанного по ВКМ (см. далее раздел 4.2.1.4), приведена на рисунке 4.3.

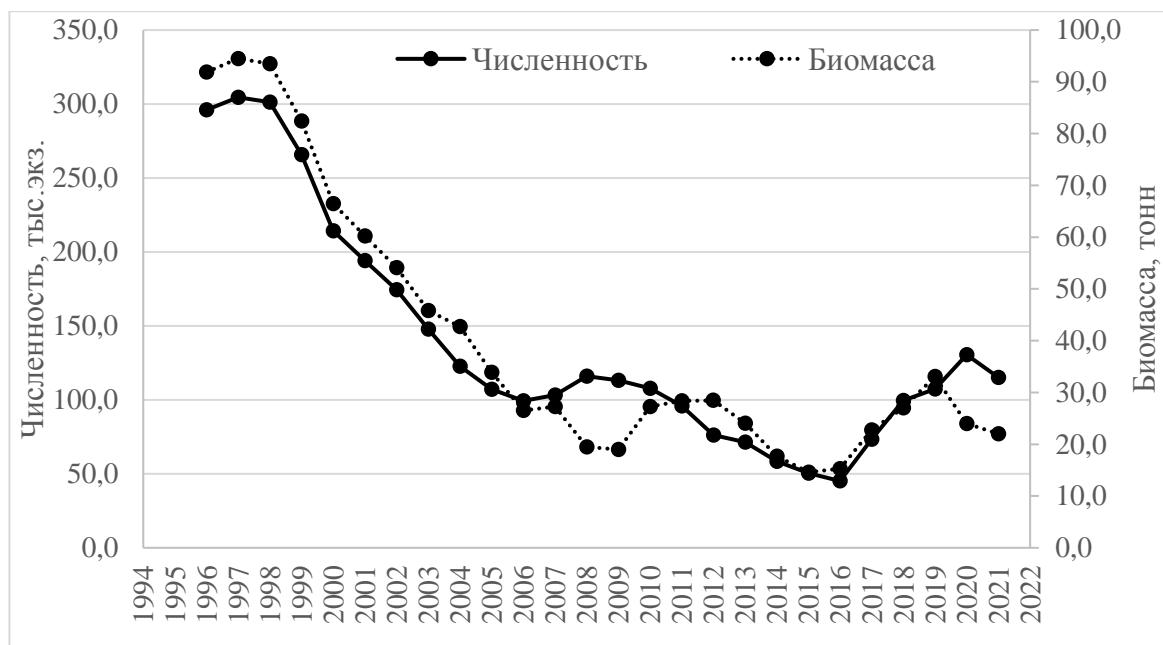


Рисунок 4.3 – Динамика промысловой численности и ихтиомассы обского стада стерляди в пределах Тюменской области

С конца 90-х годов прошлого столетия и до 2016 г. отмечалось неуклонное снижение запаса стерляди, обеспечивающего официальный промысел. В 2017 -2018 гг. численность её стада увеличилась, прежде всего, за счёт относительно урожайных поколений 2014-2017 гг. рождения в период многоводных лет, благоприятных для воспроизводства стерляди. При этом, как уже отмечено, при большой водности снижается эффективность промысла, что также способствует увеличению численности. В 2020-2021 гг. прогнозируется дальнейший её спад (раздел 4.2.1.4).

В целом запас обской стерляди сохраняет низкий уровень и необходимо увеличение её воспроизводственного потенциала. Этого можно добиться только снижением интенсивности ННН-промысла для увеличения численности производителей, а также искусственным воспроизводством.

4.2.2.4 Расчёт и обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ обской стерляди на ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1.

После базового расчёта численности стада стерляди для дальнейшей корректировки численности сначала проводится корректировка её естественной смертности в возрастных группах по поколениям. Для этого предварительно определяется форма кривой уменьшения численности стерляди в разных поколениях с использованием базовых значений численности, полученных разными приёмами в четырёх точках. В первой точке – для возраста максимальной продуктивности – с расчётом по методу Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во второй точке взято значение численности по ВКМ в возрасте максимального вылова генерации; в третьей точке – расчёт через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который определялся на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году по ВКМ); в четвёртой точке – численность в виде единичного экземпляра устанавливалась в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для обской стерляди.

Уравнение роста Берталанфи получено методом Форда-Уолфорда по средним показателям длины стерляди за последние годы наблюдений:

$$L(t) = 67,395 \cdot (1 - e^{-0.093 \cdot (t+0,06)}), \quad (42)$$

Максимально продуктивный возраст для обской популяции стерляди по вероятностной когортной модели – семилетки. По методу Алверсона-Карни возраст максимальной продуктивности в эксплуатируемом запасе приближается к шести годам ($15 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов представлены в таблице 4.2 и на рисунке 4.4, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z, M, C, N взяты из базового расчёта по ВКМ.

Таблица 4.2 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений обской стерляди

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в уловае	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C, тыс. экз.	N, тыс. экз.		
1995	6,08	0,59	0,24	9,3	21,8	12	16,7
1996	5,70	0,70	0,24	11,4	34,5	11	16,2
1997	5,70	0,72	0,24	9,7	28,3	11	16,4
1998	5,70	0,61	0,28	6,3	25,6	11	16,2
1999	5,70	0,74	0,24	7,1	20,0	11	16,2

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.3 и на рисунке 4.5.

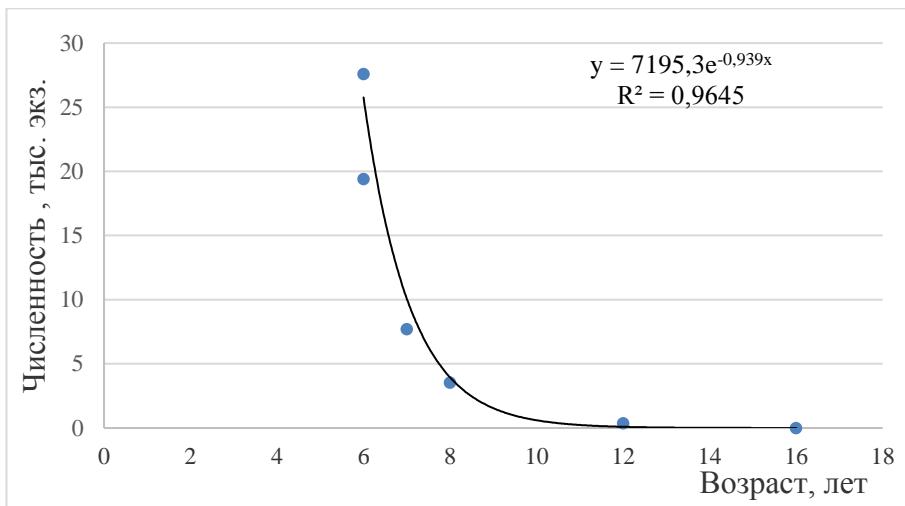


Рисунок 4.4 – Изменение численности обской стерляди с возрастом

Таблица 4.3 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений обской стерляди

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	1995	1996	1997	1998	1999		
3	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,00
4	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,20	0,00
5	0,23	0,21	0,19	0,19	0,20	0,20	0,01
6	0,22	0,17	0,17	0,11	0,17	0,17	0,01
7	0,16	0,14	0,18	0,28	0,20	0,19	0,02
8	0,26	0,13	0,24	0,20	0,25	0,22	0,02
9	0,15	0,11	0,19	0,43	0,35	0,24	0,07
10	0,23	0,31	0,38	0,24	0,12	0,26	0,05
11	0,27	0,25	0,25	0,28	0,26	0,27	0,01
12	0,30	-	-	-	-	0,30	0,00

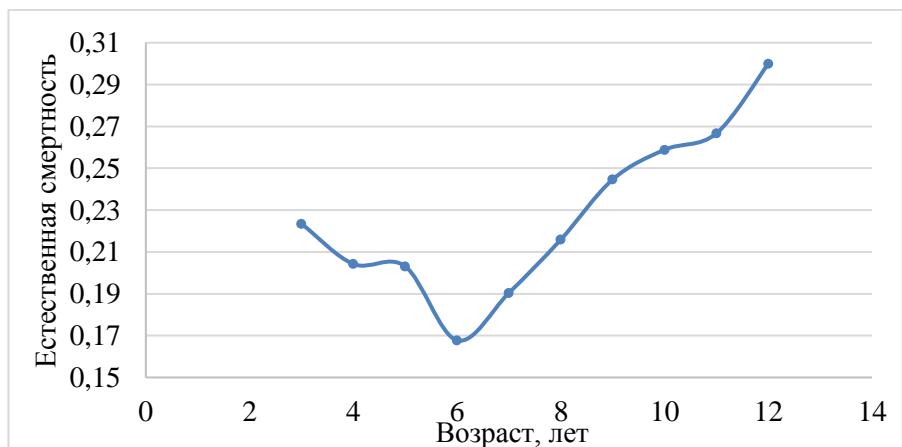


Рисунок 4.5 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам у обской стерляди

Расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации стерляди (пример на рисунке 4.6), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

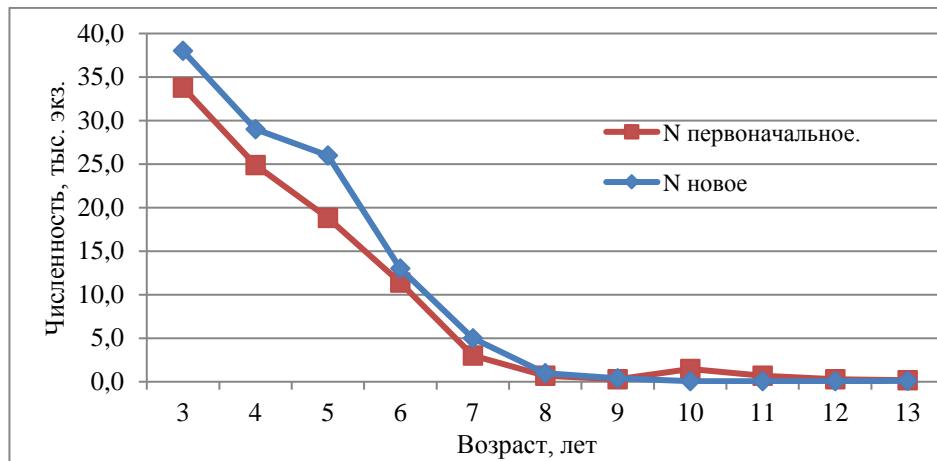


Рисунок 4.6 – Изменение численности генерации обской стерляди после корректировки.

В итоге прогнозируемая по ВКМ численность особей возрастных групп 2+– 11+ обского стада стерляди на территории Тюменской области в 2021 г. определена в размере 115,21 тыс. экз.

По биопродукционному подходу ОДУ стерляди рассчитывается как прирост биомассы основных промысловых возрастных групп. При этом доступность рыб возраста 2+ учитывалась на уровне среднемноголетнего отношения их массы в улове (1 % от общей величины). Доступность рыб возрастной группы 3+ таким же образом учитывалась на уровне 50 % от прироста биомассы. В результате ОДУ запаса обской стерляди в Тюменской области на 2021 г. прогнозируется в размере 1,38 т (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Расчёт ОДУ обской стерляди на 2021 г. в пределах Тюменской области

Показатели	Возраст										Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
s	2,35	1,27	1,10	1,16	1,25	0,56	0,34	0,51	0,51	0,45	-
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	48,83	8,19	18,48	21,97	14,74	2,48	0,44	0,06	-	0,01	115,21
ΔW _{инд., Г}	-	42,7	20,6	17,3	13,6	20,2	22,7	86,5	53,8	0,0	-
Y _{биопрод.} , тонн	0,01	0,35	0,38	0,38	0,20	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	1,38

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ на запас обской стерляди в 2021 г. выполнена на основании оценки убыли генерации от промысла и выживаемости по уравнению 35, приведённому в разделе «Материал и методика». Результаты расчётов приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Оценка влияния изъятия ОДУ в 2021 г. на запас обской стерляди

Показатель	Возрастная группа										Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
M _i	0,22	0,23	0,25	0,27	0,27	0,26	0,23	0,17	0,09	0,09	-
C ₂₀₂₁ , тыс. экз.	0,14	1,05	2,21	2,61	1,06	0,08	-	-	-	-	7,16
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	48,83	8,19	18,48	21,97	14,74	2,48	0,44	0,06	-	0,01	115,21
N ₂₀₂₂ , тыс. экз.	45,11	25,18	7,03	13,39	14,74	8,71	1,14	0,18	0,03	-	115,52
ср. W _{инд.} 2012-2018 гг.	137	179	230	292	345	400	435	522	575	582	
B ₂₀₂₁ , т	6,67	1,47	4,25	6,42	5,08	0,99	0,19	0,03	-	-	25,11
B ₂₀₂₂ , т	6,16	4,51	1,62	3,91	5,09	3,48	0,50	0,09	0,02	-	25,38

Результаты прогноза численности свидетельствуют, что при условии официального вылова, не превышающего ОДУ, к 2022 г. будет сохраняться и даже несколько увеличится доля повторно созревающих рыб (7+–8+)

Принимаемые меры по борьбе с браконьерство должны привести к его сокращению, и ожидаемому повышению численности и продукции стада обской стерляди уже в ближайшие годы.

Однако данные величины остаются низкими, поэтому меры по ограничению рыболовства, в особенности ННН-промысла и торговли стерлядью, должны усиливаться до восстановления её популяцией более продуктивного состояния.

В качестве альтернативной схемы определения величины ОДУ для запаса обской стерляди впервые применён пакет методов расчёта допустимого изъятия из запаса DLMtool. Входными данными послужила официальная статистика вылова (рисунок 4.7).

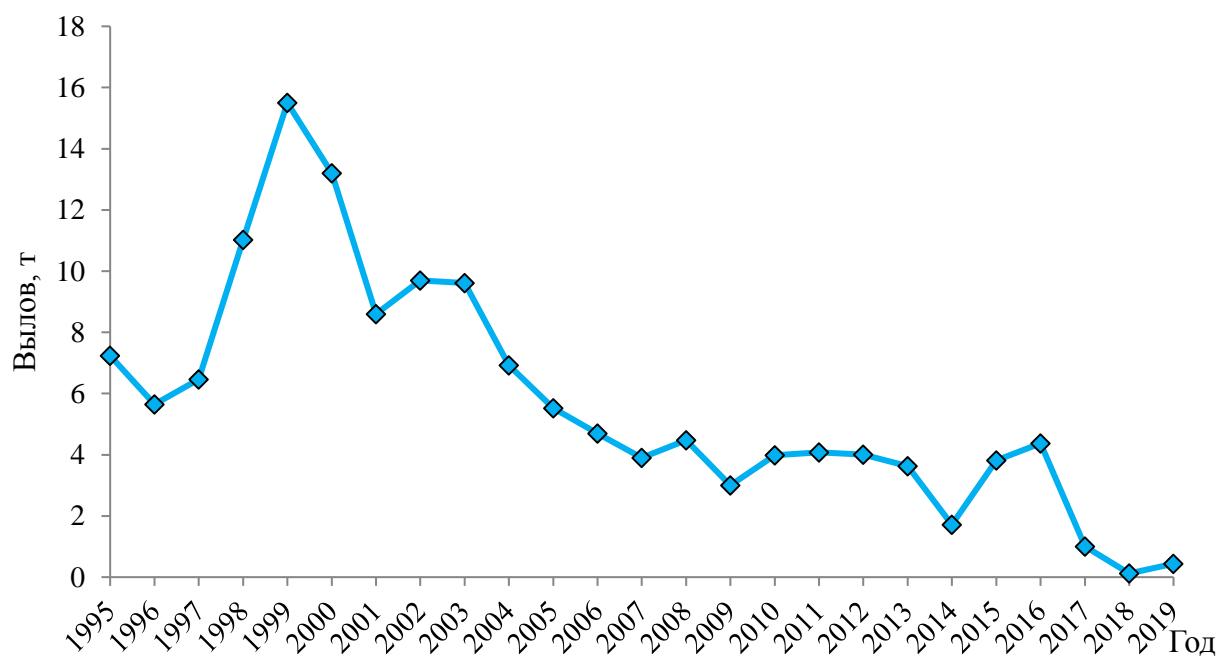


Рисунок 4.7 – Вылов обской стерляди в пределах ХМАО Тюменской области, т

К имеющимся входным данным может быть применено 8 схем определения величины ОДУ, выдавших диапазон оценок от 0,43 до 5,71 т (рисунок 4.8).

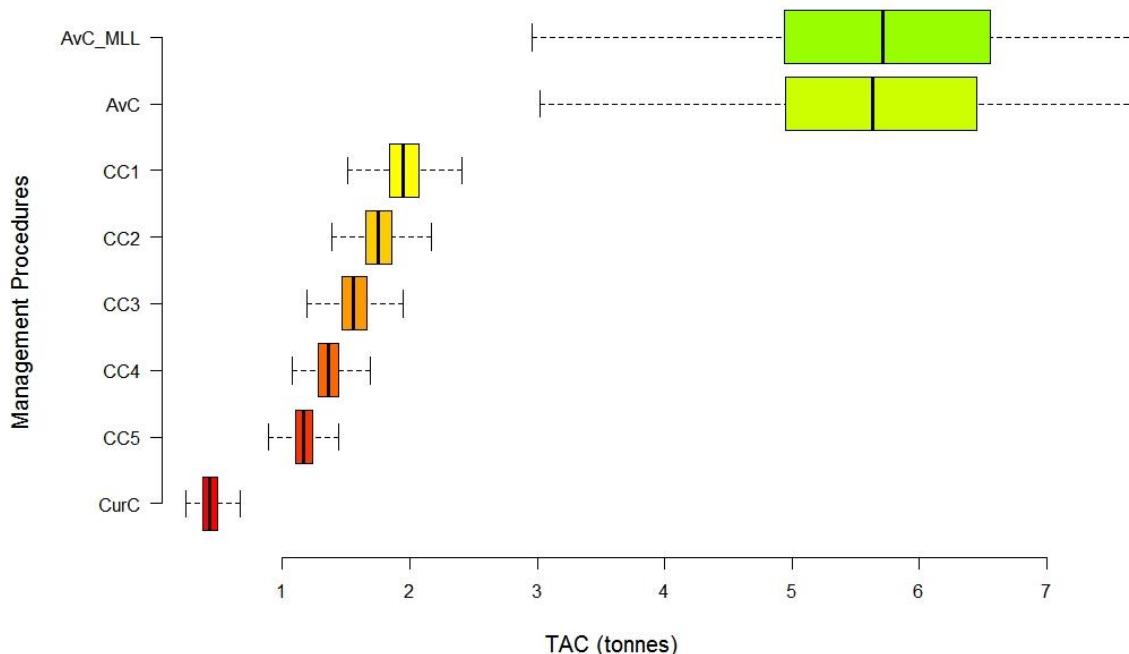


Рисунок 4.8 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу обской стерляди

Далее проведен анализ эффективности стратегий управления для схем, определивших величины ОДУ обской стерляди, на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.6 , рисунок 4.9).

Таблица 4.6 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ обской стерляди

Метод	$F < F_{MSY}$	Долгосроч-ная $Y > 0,5Y$	$B > B_{MSY}$	$B > 0,5B_{MSY}$	$B > 0,1B_{MSY}$	ОДУ, т	Применимость метода
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	0,43	Да
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	1,17	Да
CC4	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	1,36	Да
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	1,55	Да
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,82	1,75	Да
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	1,95	Да
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	5,63	Да
AvC_MLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	5,71	Да

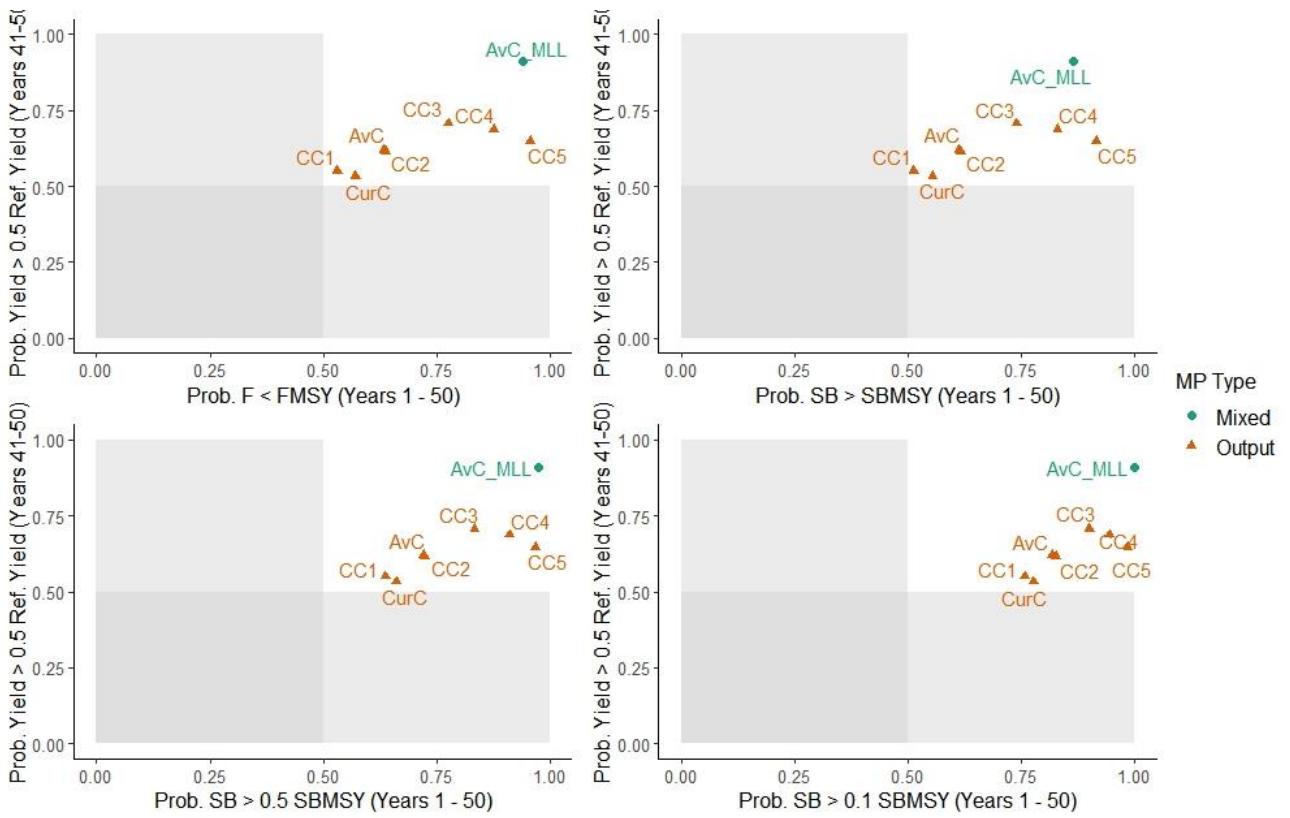


Рисунок 4.9 – Оценка эффективности стратегий управления запасом обской стерляди

Результаты проведенной диагностики (таблица 4.6 , рисунок 4.9) оценок величин ОДУ обской стерляди показали, что могут быть использованы все 8 предложенных процедур управления. В связи с тем, что популяция обской стерляди находится в депрессивном состоянии, стратегия управления запасом должна быть направлена на восстановление его численности. Таким образом, применение процедур AvC, AvC MLL (определяющих ОДУ как некий средний вылов) не допустимо. Скомпилировав оставшиеся 6 оценок в одну avgMP получаем оценку ОДУ в 1,4 т.

4.2.2.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование и правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров благополучного состояния стада стерляди могут выступать такие показатели, как средний возраст рыб в промысловых уловах – не менее 6+ лет, средняя масса особей – не менее 400 г., возрастной состав стада в промысловых уловах – не ниже 12+ лет, т. е. обязательно включать повторно нерестующих особей. Кроме того, важнейшим биологическим ориентиром является численность стада. Результаты расчёта и реализации ОДУ не должны приводить к дальнейшему сокращению промыслового запаса стерляди и стратегически должны способствовать повышению продуктивности её стада.

Для оценки расчётной величины ОДУ и определения стратегии дальнейшего управления запасом обской стерляди проводится анализ его производственных показателей и интенсивности промысла с помощью определения ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП) [8].

Определение целевых ориентиров. В основе расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит вычислённая параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы) от биомассы запаса (рисунок 4.7).

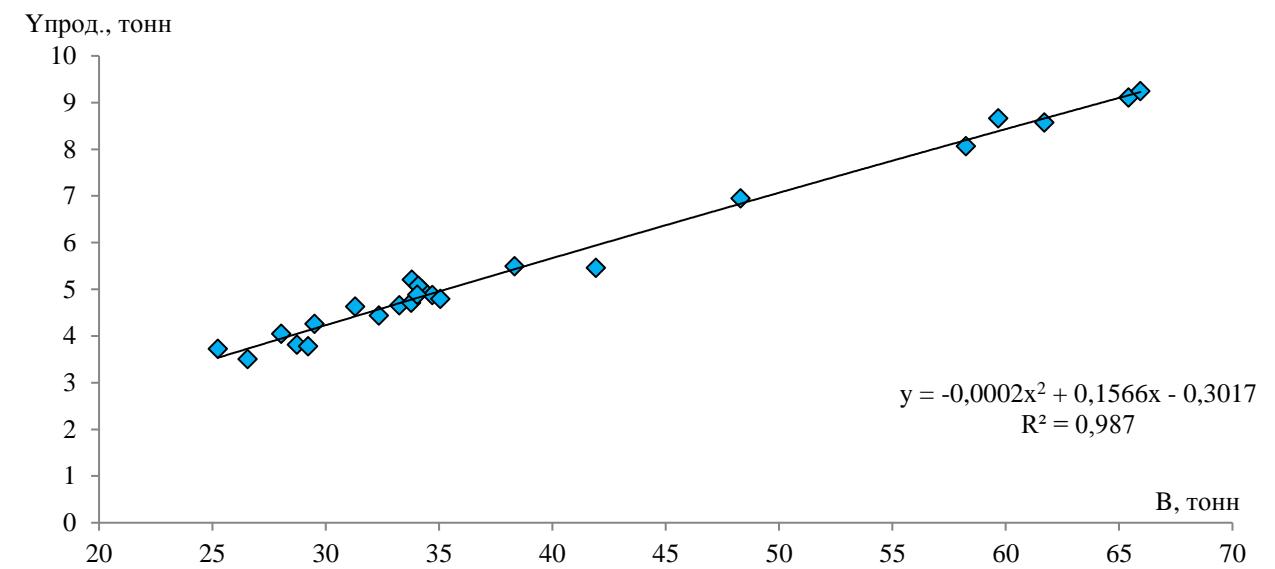


Рисунок 4.7 – Зависимость продукции от биомассы запаса обской стерляди

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса, т. е. улов ($C_{tr} = Y_{MSY}$). Можно видеть, что в явном виде она не определяется и ориентирование производится по области достигнутых максимальных значений биомассы и продукции в последние годы эксплуатации запаса.

При этом $B_{tr} = 66,0$ т, $C_{tr} = 9,0$ т.

Данные показатели рассчитаны через численность рыб и среднюю массу за годы промысла.

Далее определяем интенсивность промысла в виде действительных коэффициентов промысловой смертности, позволяющую получать максимальные уловы:

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,136, \quad (43)$$

Таким образом, полученные показатели соответствуют максимальной продуктивности запаса и величине промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое использование запаса. При выборе стратегии поддержании запаса на уровне максимальной продуктивности система запас-промысел будет находиться в некотором условно равновесном состоянии. Однако следует иметь в виду, что в 70–80-е годы прошлого столетия запас стерляди находился на более высоком уровне, что позволяло и большее его

промышленное изъятие. В дальнейшем планируется проведение специальных исследований для уточнения его максимальной продуктивности.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} промзапаса стерляди указывает на такое его состояние при сохраняющимся промысле, что продуктивность запаса не растёт и нерестовая его часть находится на минимальном уровне. Показатель B_{lim} , равный 20,0 т, определялся как минимальная отмеченная биомасса промыслового стада, после чего запас имел потенциал восстановления. Часть общей биомассы стада составляла биомасса производителей, по смыслу также минимальная, но достаточная для восстановления запаса при прекращении промысла. При падении общей биомассы стада ниже B_{lim} с высокой вероятностью может произойти подрыв численности из-за прогрессирующего падения воспроизводительной способности – перелов по пополнению – и популяция самостоятельно может не восстановиться.

φ_{Flim} представляет долю промыслового изъятия продукции стада, при достижении которой запас на уровне B_{lim} не прирастает, и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,200, \quad (44)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} указывают на подрыв запаса и необходимость в восстанавливающем регулировании или запрете промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферный (предосторожный) ориентир B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и разброса фактических оценок биомассы запаса:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 25,7, \quad (45)$$

φF_{pa} определялся исходя из уравнения:

$$\varphi F_{pa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,167, \quad (46)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.8) можно определить возможный ОДУ и стратегию регулирования промысла в текущий период.

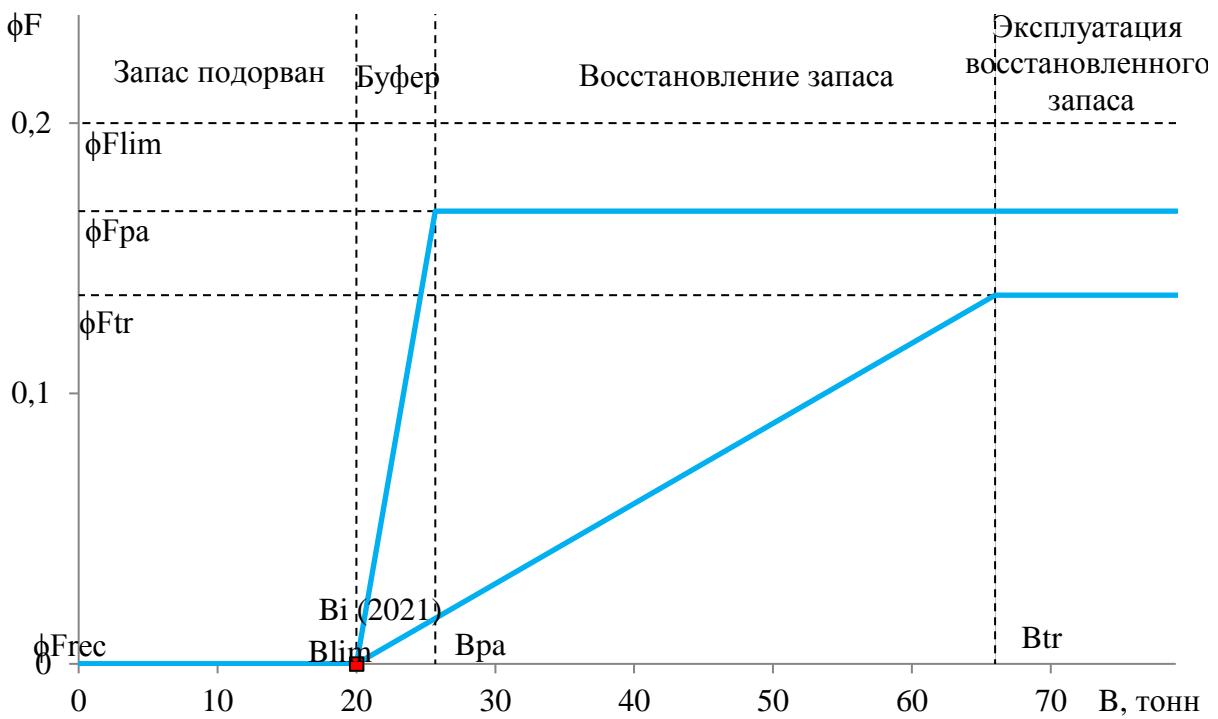


Рисунок 4.8 – Схема ПРП запаса обской стерляди

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла обской стерляди, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определённый режим ПРП:

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

$$\varphi_{Frec} = 0, \quad (47)$$

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}}, \quad (48)$$

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} = const. \quad (49)$$

В нашем случае: $\varphi_{Frec} = 0,136 \times (20,0 - 20,0) / (66,0 - 20,0) = 0$

То есть, величина биомассы в 20 т указывает на то, что запас обской стерляди в текущий момент находится на уровне B_{lim} , ниже которого может наступить его подрыв. Для его восстановления следует применить первый режим ПРП с полным запретом промысла (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Расчёт допустимого изъятия обской стерляди бассейна р. Обь по биологическим ориентирам и ПРП на 2021 г.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	ϕF_{tr}	ϕF_{lim}	ϕF_{pa}	$B_{i(2021)}$, т	ϕF_{rec}	$ОДУ_{i2021}$, т
66	9	20	4	25,7	4,3	0,136	0,200	0,167	20,0	0	0

Результаты прогноза численности свидетельствуют, что в 2021 г. при условии сохранения имеющегося объёма ННН-промысла численность и промысловый запас обской стерляди в ХМАО в целом будут оставаться низкими. Поскольку борьба с браконьерством в настоящее время недостаточно эффективна, то необходима его компенсация искусственным воспроизведением. ОДУ стерляди по продукции биомассы стада и по расчётом методами из пакета DLMTool может составить 1,4 т.

4.2.3 Стерлянь иртышская

В Иртыше стерлянь обитает от устья до оз. Зайсан и Чёрного Иртыша. В Тюменской области помимо магистрали Иртыша стерлянь распространяется на 150 км и выше по р. Тобол, в реки Тавда и Конда, где, вероятно имеет локальные группировки, встречается в низовьях рек Туры, Ишима, Вагая и Демьянки.

Места нереста стерляди имеются в Иртыше, а также в крупных притоках Нижнего Иртыша – Конде, Тавде, Тоболе.

Основная масса стерляди зимует на ямах в Уватском, Тобольском и Ханты-Мансийском районах, в р. Конда. После вскрытия льда половозрелая часть стада поднимается к местам нереста (иногда этот подъём продолжается до середины июня), а молодь и незрелые производители направляются к местам нагула, заходя в пойменные водоёмы и притоки.

Половое созревание самок стерляди наступает в возрасте 4-х лет, массово – в возрасте 5–6 лет, а самцов – 4–5 лет. Нерест не ежегодный с пропусками до 4-х лет, в основном самки нерестуют через три года, а самцы – через два года.

Темп роста стерляди может значительно изменяться в разные годы в зависимости от гидрологических и гидротермических условий.

4.2.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза допустимого вылова иртышской стерляди имеются многолетние показатели её биологического состояния и статистические данные по промысловым уловам.

Биологическая характеристика. Изучение иртышской популяции стерляди в 2019 г. проводились в летний период (июнь) на р. Иртыш в Кондинском и Ханты-Мансийском районе

ХМАО, в момент её подъёма с мест зимовок, так называемых осетровых ям, к местам нереста и в период нагула в августе, а, также в июне в период нагула в р. Иртыш в Вагайском районе юга Тюменской области.

Средний возраст иртышской стерляди в 2019 г. в контрольных уловах – 2,5 года, встречались особи в возрасте от 1+ до 10+ лет, основу уловов составляли рыбы в возрасте 2+ – 3+ лет при отсутствии старшевозрастных повторно созревающих рыб. Такая картина складывается, на наш взгляд, из-за чрезмерно высокого ННН-промысла в последние годы, приведшего к резкому снижению численности стада стерляди, а также усложнившемуся в связи с этим сбору сократившихся крупноразмерных особей (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Возрастной состав стерляди р. Иртыш из контрольных уловов плавными сетями с ячейй 30, 36, 40 мм

Год	Возрастная группа, %															Средневзвешенная	
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	14+	15+	возраст, год	масса, г	
2003	8,0	16,0	18,0	13,0	6,0	15,0	12,0	10,0	1,0	1,0	-	-	-	-	4,5	187	
2004	1,2	6,6	7,1	20,4	16,7	11,0	15,4	5,7	7,0	3,8	1,3	3,3	0,5	-	5,8	312	
2005	3,7	5,1	4,4	14,0	14,7	19,9	24,3	7,4	3,0	1,4	1,4	0,7	-	-	5,7	215	
2006	8,5	17,9	7,5	4,7	14,2	10,4	11,3	10,4	3,8	6,6	1,9	2,8	-	-	5,0	257	
2008	2,6	5,8	8,0	13,8	15,0	20,1	21,6	6,3	2,6	2,1	0,5	0,5	-	1,1	5,6	242	
2009	-	-	8,5	25,4	18,8	26,3	8,0	7,0	2,8	0,9	0,9	1,4	-	-	5,3	271	
2010	4,8	1,2	12,1	18,8	26,7	24,2	7,9	2,4	1,2	0,6	-	-	-	-	4,9	237	
2011	3,8	1,5	6,2	21,5	30,0	20,0	10,0	4,6	1,5	0,8	-	-	-	-	5,1	265	
2012	-	4,3	18,8	15,3	11,4	18,8	18,1	8,2	2,8	2,1	-	-	-	-	5,3	223	
2013	-	6,0	10,0	23,6	20,8	22,4	14,4	2,8	-	-	-	-	-	-	5,0	198	
2014	-	2,3	7,2	15,3	26,2	25,8	12,5	6,0	2,7	2,0	-	-	-	-	5,5	325	
2015	-	1,7	25,8	33,2	17,9	10,0	7,9	3,1	1,7	-	-	-	-	-	4,5	254	
2016	4,9	14,8	24,7	16,0	12,3	10,5	4,9	8,0	2,5	1,2	-	-	-	-	4,3	267	
2017	12,2	43,9	33,3	4,9	3,3	1,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	3,3	206	
2018	5,2	35,9	39,1	16,2	3,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	288	
2019	18,6	32,8	37,6	6,0	3,1	-	-	1,3	-	0,6	-	-	-	-	2,5	171	

Промысловая длина стерляди в среднем равнялась 28,4 см при массе 171 г (таблица 4.7).

Соотношение полов в уловах стерляди из р. Иртыш Уватского района приближалось к 1:1.

Таблица 4.7 – Размерные показатели особей стерляди р. Иртыш по возрастным группам, июнь 2019 г.

Возраст	Длина, см	Масса, г	n, экз.
1+	22,0	81,7	20
2+	27,0	122,4	38
3+	30,6	201,6	39
4+	34,5	301,8	5
5+	35,3	387,2	2
6+	45	790,0	1
7+	-	-	-
8+	44,3	733,0	1
9+	-	-	-
10+	47,4	917,4	1
В среднем	28,4	176,4	107

В период наблюдений стерлядь активно питалась, что подтверждалось высокими коэффициентами наполнения желудочно-кишечного тракта, рыб с пустым пищеварительным трактом не обнаружено.

4.2.3.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и прогнозирования ОДУ иртышской стерляди, возможно применение различных традиционно применяемых и рекомендуемых в последнее время когортных моделей [9,11,12,24,57], но в ограниченных вариантах. Причина – отсутствие информации по вылову на промысловые усилия и индексов численности, некачественные данные официальных уловов. Для применения сепарабельных ВПА-моделей плохо решаема оценка селективности (из-за разной ячей в орудиях лова – плавных и ставных сетях, мордах на перетягах, речных неводах). Всё это в условиях низкой численности стада стерляди в последние годы может привести к большим ошибкам при её оценке с последующими неверными выводами и расчётами ОДУ.

Исходя из имеющегося информационного обеспечения, для оценки численности и биомассы стерляди применима ВКМ [16,17,22,23,27,59], позволяющая оценить в значительном приближении весь запас и ранее уже более десяти лет используемая для расчёта запаса и ОДУ стерляди.

4.2.3.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Максимальные официальные уловы иртышского стада стерляди отмечались с 1931 по 1952 гг., составляя 32–77 т в среднем ежегодно. Затем официальный её вылов стал неуклонно снижаться, и в 1980–1998 гг. прошлого века отчётность составляла уже менее тонны каждый

год. После кратковременного повышения до 1–2,5 т в 1998–2000 гг. официально регистрируемая добыча снова снизилась до менее тонны за год, лишь дважды достигая 1,3 и 2,4 т.

Низкие уловы стерляди с середины семидесятых годов прошлого века по настоящее время обусловлены, прежде всего, массовыми её хищениями из промысловых уловов вместе с активнейшим браконьерским выловом. Значительное потребление стерляди местным населением отмечалось ещё в начале изучения её промысла, подтверждаясь затем весь период наблюдений, а в последние 15–20 лет к этому ещё добавился массовый её вылов на продажу.

Промысел стерляди осуществлялся в р. Иртыш в пределах ХМАО и юга Тюменской области. За последние 20 лет официальный минимальный её вылов составил 0,2 т, максимальный – 6,3 т. Официальный вылов иртышской стерляди в 2019 г. составил 0,23 т.

Динамика запаса. Численность и величина промзапаса иртышской стерляди (с учётом половины численности младшевозрастных групп 2+–3+ лет) были рассчитаны на ВКМ, применяемой для этого более десяти лет. Динамика промзапаса приведена на рисунке 4.9.

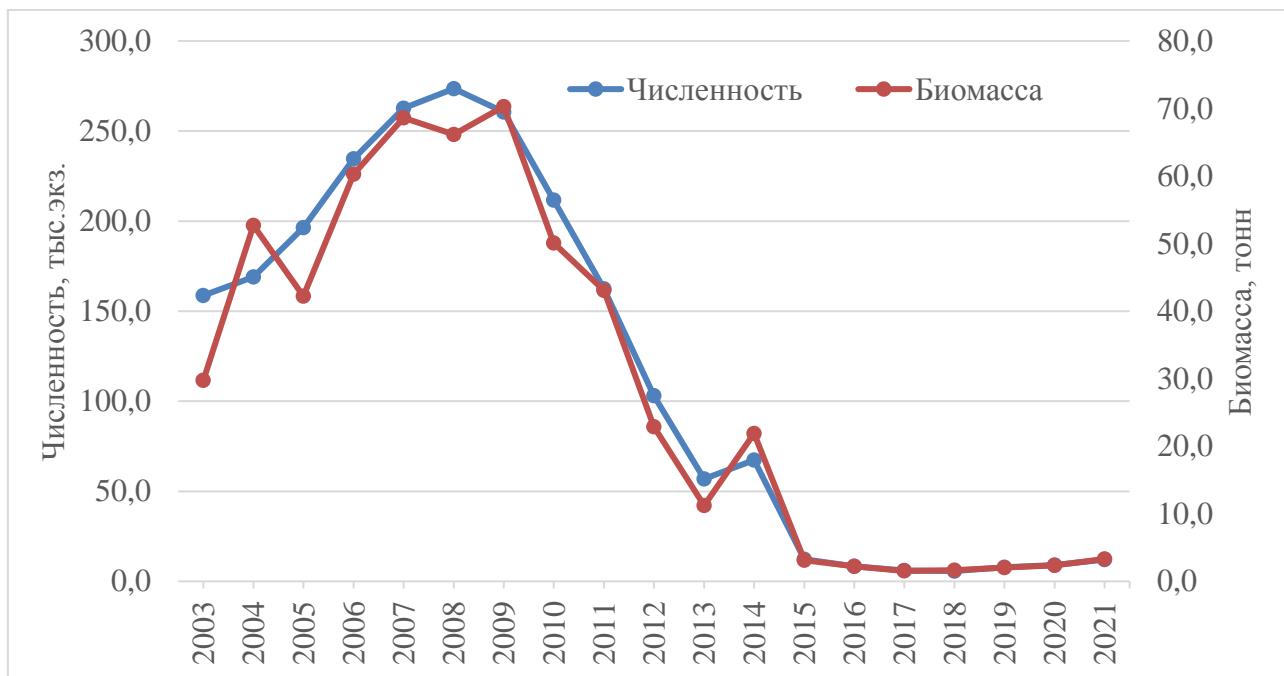


Рисунок 4.9– Динамика промысловой численности и ихтиомассы иртышского стада стерляди в пределах Тюменской области

Состояние запаса иртышского стада стерляди характеризуется его пятикратным снижением только с 2009 г. и ещё большим – с более раннего периода, основной причиной чего является чрезмерный, плохо сдерживаемый ННН-промысел. С 2014 г численность стерляди находится на крайне низком уровне при продолжающемся уменьшении доли повторно созревающих особей (таблица 4.6). В 2015–2018 гг. слабое возрастание численности стада стерляди обусловлено полным запретом промысла на юге Тюменской области и урожайными поколениями в эти многоводные благоприятные для воспроизведения годы. Требует восстановления

численность нерестового стада стерляди, которого можно добиться только снижением интенсивности ННН-промысла и искусственным воспроизводством.

На 2021г. прогнозируемая численность особей возрастных групп 2+–10+ определена в размере 12,1 тыс. экз. (см. след. раздел).

4.2.3.4 *Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов*

Расчёт ОДУ иртышской стерляди ВКМ проводился по корректировочной схеме, изложенной в разделе 1.

После базового расчёта численности стада, для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности в возрастных группах по поколениям, предварительно определена форма уменьшения численности стерляди в разных поколениях с использованием расчётов численности в четырёх точках. В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во второй – в возрасте максимального вылова генерации; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливается в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для иртышской стерляди

Параметры уравнения роста иртышской стерляди по Берталанфи были получены методом Форда-Уолфорда. В качестве исходных данных использовались средние показатели длины её особей за последние пять лет наблюдений. Уравнение имеет следующий вид:

$$L(t) = 64,402 \cdot (1 - e^{-0.093 \cdot (t+0,06)}), \quad (50)$$

Максимально продуктивный возраст для иртышского стада стерляди по расчётам на вероятностной когортной модели находится в пределах 5+. По методу Алверсона-Карни возраст достижения кульминации ихтиомассы в эксплуатируемом запасе происходит несколько раньше – в 4,56 года ($12 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов представлены в таблице 4.8 и на рисунке 4.10, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z, M, C, N взяты из базового расчёта по ВКМ.

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.9 и на рисунке 4.11.

Таблица 4.8 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений иртышской стерляди

Год поколения	Показатели максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C, тыс. экз.	N, тыс. экз.		
2001	6,08	0,59	0,24	9,3	21,8	12	16,7
2002	5,70	0,70	0,24	11,4	34,5	11	16,2
2003	5,70	0,72	0,24	9,7	28,3	11	16,4
2004	5,70	0,61	0,28	6,3	25,6	11	16,2
2005	5,70	0,74	0,24	7,1	20,0	11	16,2

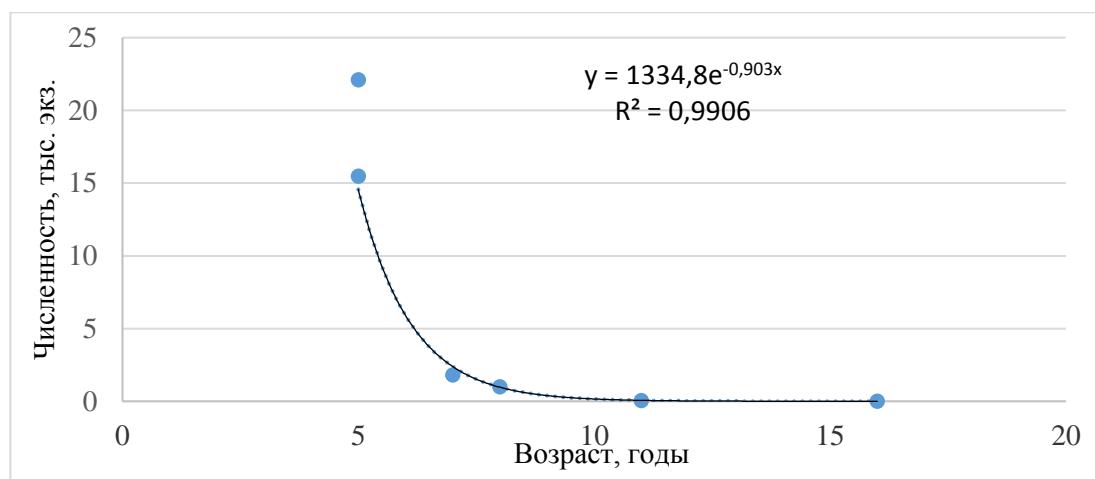


Рисунок 4.10 – Изменение численности иртышской стерляди с возрастом

Таблица 4.9 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений иртышской стерляди

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	1997	1998	1999	2000	2001		
3+	0,23	0,32	0,27	0,20	0,27	0,26	0,02
4+	0,16	0,27	0,19	0,16	0,17	0,19	0,02
5+	0,20	0,10	0,14	0,14	0,10	0,14	0,02
6+	0,11	0,15	0,20	0,21	0,25	0,18	0,02
7+	0,13	0,19	0,07	0,25	0,27	0,18	0,04
8+	0,26	0,22	0,25	0,26	0,15	0,23	0,02
9+	0,27	0,26	0,28	0,25	0,10	0,23	0,03
10+	0,26	0,34	0,26	0,30	0,30	0,29	0,01
11+	0,32					0,32	

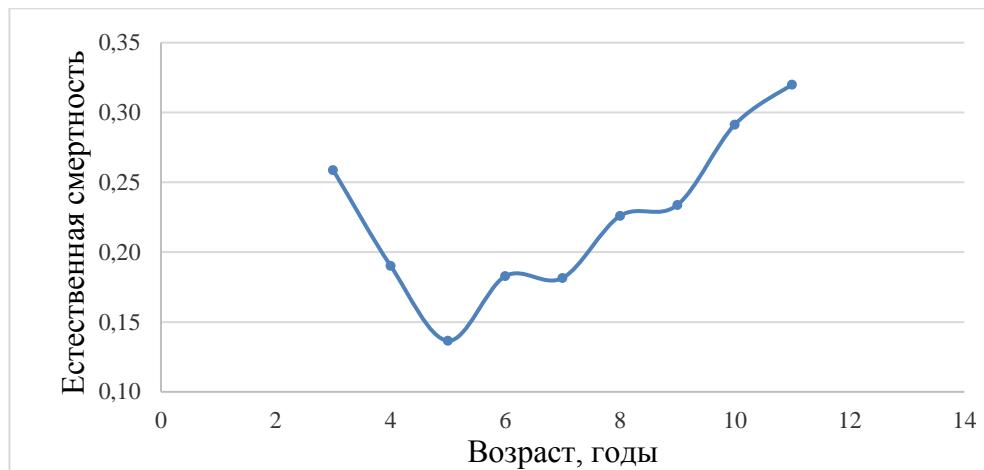


Рисунок 4.11 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам у иртышской стерляди

Расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации стерляди (пример на рисунке 4.12), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

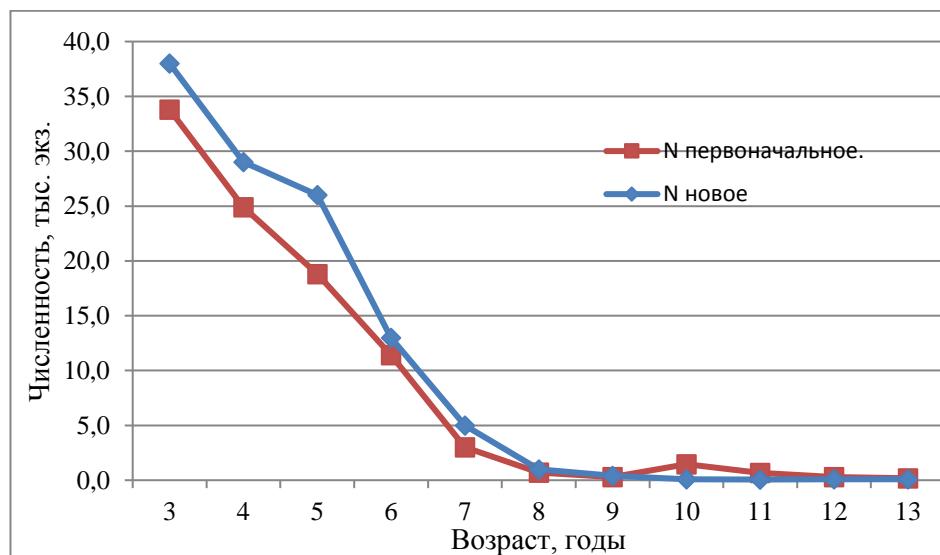


Рисунок 4.12 – Численность генерации иртышской стерляди до и после корректировки.

В итоге в 2021 г. прогнозируемая по ВКМ численность иртышского стада стерляди особей возрастных групп 2+–10+ составила 12,1 тыс. экз. В результате ОДУ иртышской стерляди в Тюменской области на 2021 г. определён в размере $0,65 \approx 0,7$ т (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Расчёт ОДУ иртышской стерляди на 2021 г. в пределах Тюменской области с ХМАО

Показатели	Возраст									Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
s	1,26	0,76	0,80	0,74	0,58	0,56	0,56	0,56	0,48	-
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	3,65	5,16	1,98	1,10	0,13	0,04	0,00	0,00	0,01	12,1
ΔW _{инд.} , г	-	60	83	94	74	25	14	108	124	-
Y _{биопрод.} , тонн	0,06	0,31	0,16	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ иртышской стерляди в 2021 г. на её запас в 2021 г. выполнена на основании уравнения 35, определяющего убыль генерации с учётом улова и выживаемости, приведённом в разделе 1 «Материал и методика». Результаты расчётов приведены в таблице 4.11.

Как видно из таблицы, расчётная численность и биомасса иртышской стерляди при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ в 2022 г. сохраняется на том же уровне.

Таблица 4.11 – Оценка влияния изъятия ОДУ в 2022 г. на запас иртышской стерляди

Показатель	Возрастная группа									Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
M _i	0,115	0,229	0,235	0,228	0,194	0,292	0,194	0,155	0,447	-
C ₂₀₂₁ , тыс. экз.	0,60	1,95	0,68	0,31	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	3,65	5,16	1,98	1,10	0,13	0,04	0,00	0,00	0,01	12,1
N ₂₀₂₂ , тыс. экз.	6,12	3,00	1,39	1,21	0,62	0,07	0,02	0,00	0,00	12,4
ср. W _{инд.} 2014-2019 гг.	99	158	241	335	409	434	448	556	680	-
B ₂₀₂₁ , т	0,36	0,82	0,48	0,37	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	2,10
B ₂₀₂₂ , т	0,60	0,48	0,33	0,41	0,25	0,03	0,01	0,00	0,00	2,11

В качестве альтернативной схемы определения величины ОДУ для запаса иртышской стерляди использовался пакет методов DLMtool. Входными данными послужила официальная статистика вылова (рисунок 4.13).

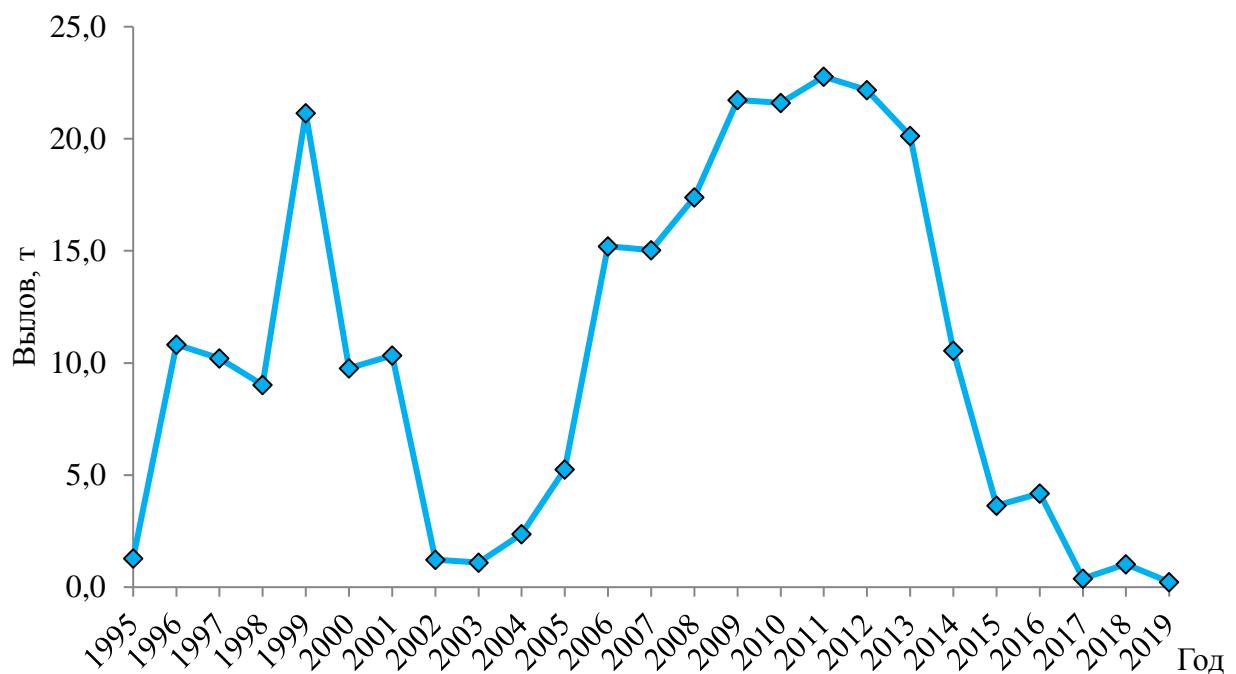


Рисунок 4.13 – Вылов иртышской стерляди, т

К имеющимся входным данным может быть применено 8 схем определения величины ОДУ с диапазоном оценок от 0,23 до 2,35 т (рисунок 4.13).

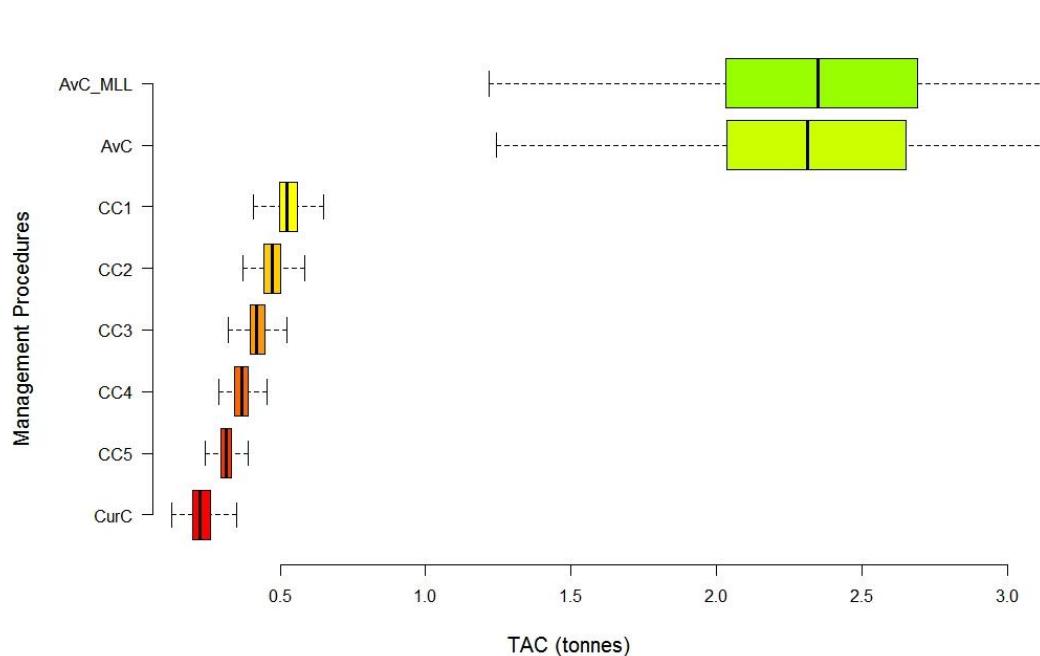


Рисунок 4.13 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу иртышской стерляди

Для доступных схем определения величины ОДУ иртышской стерляди проведен анализ эффективности стратегий управления на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.12, рисунок 4.14).

Таблица 4.12 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ иртышской стерляди

Метод	F<FMSY	Долгосрочная Y>0,5Y	B>BMSY	B>0,5BMSY	B>0,1BMSY	ОДУ, т	Применимость метода
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	0,23	Да
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	0,31	Да
CC4	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	0,37	Да
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	0,42	Да
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,83	0,47	Да
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	0,52	Да
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	2,31	Да
AvC_MLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	2,35	Да

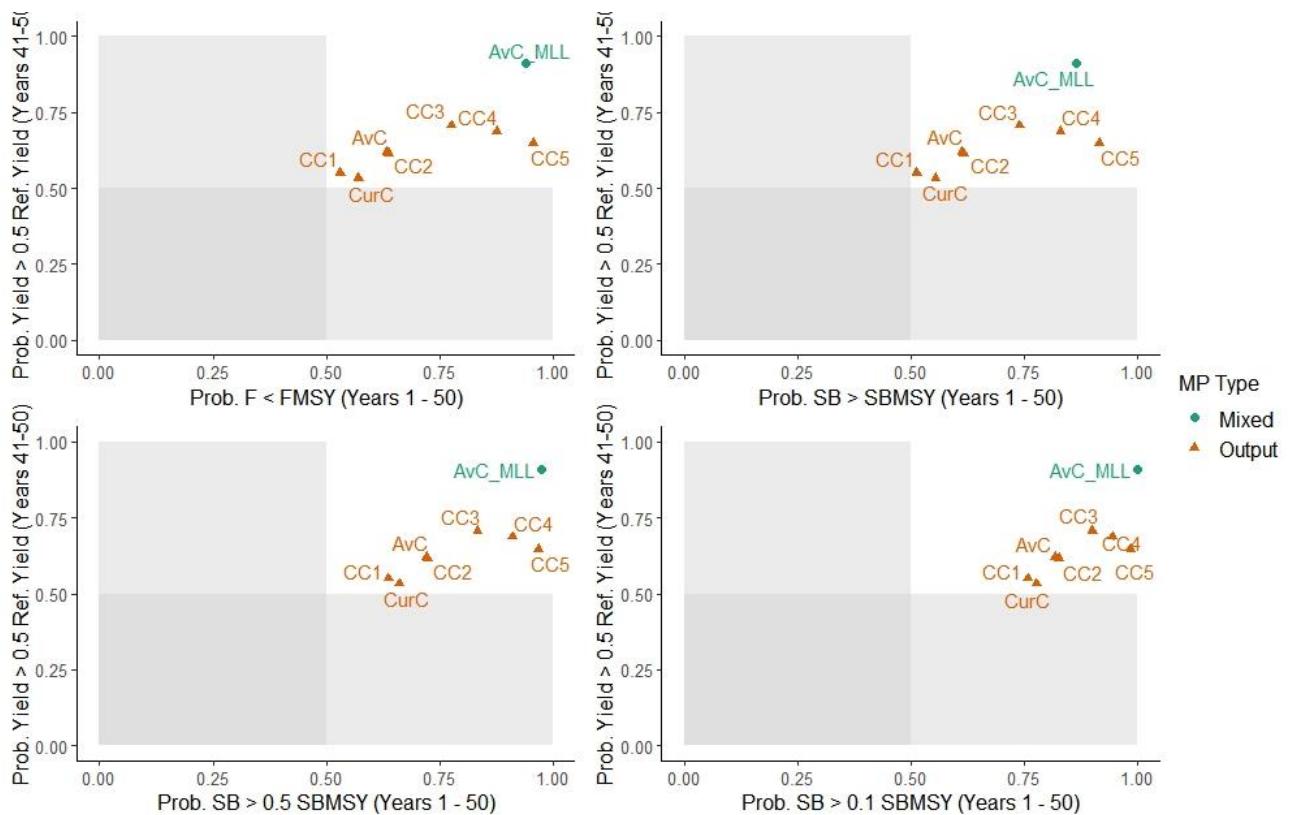


Рисунок 4.14 – Оценка эффективности стратегий управления запасом иртышской стерляди

Результаты проведенной диагностики (таблица 4.6 , рисунок 4.9) оценок величин ОДУ иртышской стерляди показали, что для прогноза могут быть использованы все 8 предложенных процедур управления. В связи с тем, что популяция иртышской стерляди находится в депрессивном состоянии стратегия управления запасом должна быть направлена на восстановление численности, таким образом, применение процедур AvC, AvC MLL (определяющих ОДУ как некий средний вылов) не корректно. Скомпилировав оставшиеся 6 оценок в одну avgMP получаем оценку ОДУ – 0,4 т.

4.2.3.5 Определение биологических ориентиров и правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров относительно благополучного состояния промыслового запаса иртышского стада стерляди могут выступать её биологические показатели в середине 2000-х годов, приведённые в таблице 4.6: средний возраст рыб в промысловых уловах должен быть не менее 6-7 лет, возрастной состав в промысловых уловах – не менее 12+ лет, средняя масса – не менее 300 г. Кроме того, важнейшим биологическим ориентиром является численность стада.

Для оценки возможного влияния расчётной величины ОДУ на запас обской стерляди и определения стратегии дальнейшего управления им проводён анализ его производственных показателей и интенсивности промысла с помощью определения ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП) [8].

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит выявленная параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы) от биомассы запаса по данным последнего десятилетия (рисунок 4.15).

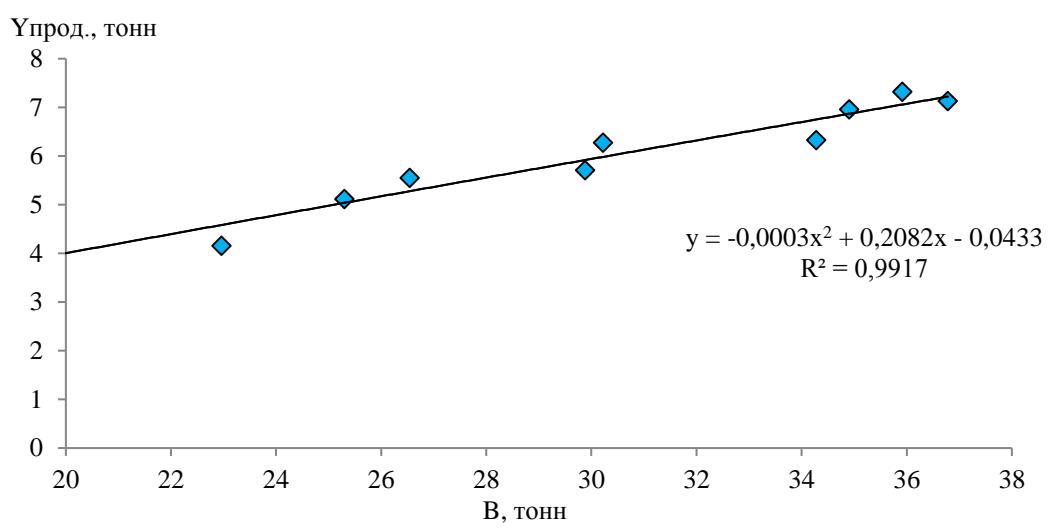


Рисунок 4.15 – Зависимость продукции от биомассы запаса иртышской стерляди

Продукция рассчитывалась по численности и показателям массы рыб разных возрастов.

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса, т.е. улов ($C_{tr} = Y_{MSY}$). Можно видеть, что точка перегиба зависимости продукции от биомассы чётко не определена и формально её обозначили по максимальному фактическому значению. В итоге

$$B_{tr} - 36,8 \text{ т},$$

$$C_{tr} - 7,1 \text{ т}.$$

Определяем интенсивность промысла в виде действительных коэффициентов промысловой смертности, позволяющую получить максимальные уловы из биомассы запаса на уровне B_{tr} :

$$\varphi_{Ftr} = \frac{c_{tr}}{B_{tr}} = 0,194, \quad (51)$$

Таким образом, полученные показатели численности соответствуют максимальной продуктивности биомассы и величине промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса стерляди. При выборе стратегии поддержании запаса на уровне максимальной продуктивности система запас-промысел будет находиться в некоем условно равновесном состоянии.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} указывает на такое её значение, при достижении которой запас стерляди не может продуцировать максимально возможный устойчивый улов, вследствие чего происходит подрыв нерестовой части запаса. Показатель B_{lim} , равный 5,6 т, определялся как минимальная биомасса стада с соответствующей биомассой производителей, ниже которой произойдёт подрыв численности – перелов по пополнению – и популяция, находясь на этом уровне несколько лет, самостоятельно может не восстановиться.

φF_{lim} представляет долю промыслового изъятия стада, при достижении которой запас снижается до уровня B_{lim} , и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi F_{lim} = \frac{c_{lim}}{B_{lim}} = 0,203, \quad (52)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φF_{lim} указывают на подрыв запаса стерляди и необходимость восстанавливающего регулирования или запрета её промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и фактических оценок биомассы запаса стерляди:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 7,6 \quad (53)$$

φF_{pa} определялась исходя из уравнения:

$$\varphi F_{pa} = \frac{c_{pa}}{B_{pa}} = 0,197 \quad (54)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.16) можно приступить к расчёту величины ОДУ и регулированию промысла.

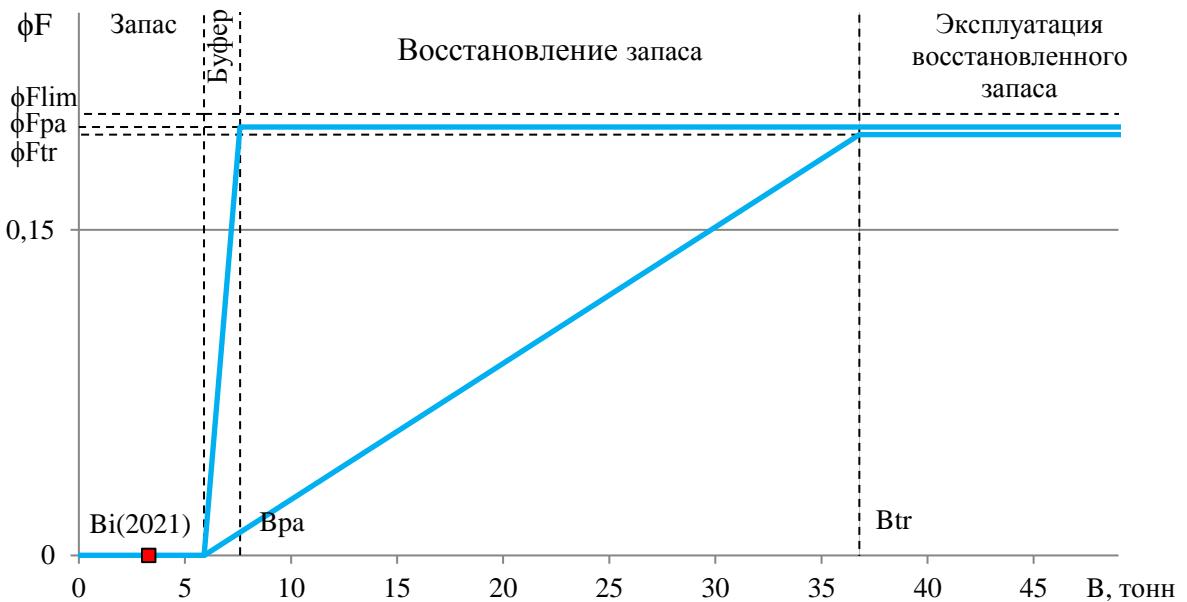


Рисунок 4.16 – Схема ПРП запаса иртышской стерляди

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла, тактика управления запасом иртышской стерляди разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определённый режим ПРП:

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

$\varphi_{Frec} = 0$,

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}},$$

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

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

Величина биомассы в 2,1 т указывает на то, что запас иртышской стерляди в текущий момент находится в зоне подрыва запаса и для его восстановления следует применить первый режим ПРП с полным запретом промысла (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Расчёт допустимого изъятия иртышской стерляди бассейна р. Иртыш на 2020 г. по биологическим ориентирам и ПРП.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	ϕF_{tr}	ϕF_{lim}	ϕF_{pa}	$B_{i(2020)}$, т	ϕF_{rec}	ODU_{i2020} , т
36,8	7,1	5,9	1,2	7,6	1,5	0,194	0,203	0,197	2,1	0	0

Для восстановления численности стада иртышской стерляди, помимо ужесточения борьбы с браконьерством необходимо увеличение её искусственного воспроизводства. При сложившейся ситуации минимально необходимый объём вылова производителей стерляди

для целей аквакультуры (воспроизводства) – 0,5 т. Для научно-исследовательских работ необходимо ещё – 0,2 т, вылов которых будет скомпенсирован искусственным воспроизводством.

4.2.3.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

В 2015 г. в связи с низкой численностью на основании Приказа № 11 от 16.01.2015 г. рыболовство иртышской стерляди в водных объектах юга Тюменской области запрещено (за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, а также рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)). В 2016–2018 гг. запрет на промысел стерляди был продлён. На 2021 г. предлагается продлить запрет лова иртышского стада на юге Тюменской области. Необходимо также максимально усилить меры по пресечению браконьерства на зимовальных ямах, нерестилищах и путях миграции вида.

Таким образом, ОДУ стерляди в реках Тюменской области, включая автономные округа, на 2021 г. определён в размере 2,1 т, в том числе по иртышскому стаду – 0,7 т, по обскому стаду – 1,4 т. Распределение ОДУ по Субъектам Федерации следующее: в ЯНАО – 0,0 т; в ХМАО – 1,4 т из которых для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,4 т, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 1 т (обская стерлянь); в реках юга Тюменской области – 0,7 т (научно-исследовательский и контрольный лов – 0,2 т, для целей аквакультуры – 0,5 т).

4.3 Нельма

4.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения численности, биомассы и прогноза ОДУ нельмы имеются многолетние ежегодно собираемые данные по размерно-возрастному составу стада, промысловым уловам, контрольным уловам на плав стандартным порядком плавных сетей с ячейй 60-70 мм, отражающим величину запаса (индекс численности или плотности).

Биологическая характеристика. Состояние запасов нельмы с 60-х годов прошлого века рассматривается по материалам, собираемым в период весенней «вонзевой» (анадромной) миграции сиговых рыб из Обской губы в р. Обь в районе п.п. Салемал и Ямбура (Приуральский район ЯНАО) из промысловых и исследовательских уловов разноячайными сетями.

В 2019 г. основной подъём нельмы продолжался с 10 по 18 июня.

Возрастной состав характеризовался доминированием пополнения промыслового запаса – 4-х – 5-х годовалых рыб. Тенденция сокращения возрастного ряда и особенно средних и старших возрастов, продолжается все последние годы. Бо'льшее число особей в выборке 2017–2018 гг. в сравнении с 2011–2016 гг. говорит о некотором увеличении численности нельмы во время «вонзевого» хода. Кроме того, правилами рыболовства запрещён лов подъёмных – «вонзевых» – сиговых, в том числе и нельмы, до 15 июня, а в 2018 г. её ход отмечался уже после этой даты, и в районе контрольного лова развернулся масштабный промысел мигрирующих сиговых рыб. Он и дал для анализа, в качестве прилова, основную массу нельмы возраста 4–6 лет. Имеющихся ресурсов научного контрольного лова в последние годы недостаточно для полноценного её учёта.

В целом возрастные ряды и уловы нельмы в последние 8–9 лет свидетельствуют о катастрофическом сокращении численности стада и деградации её естественного воспроизводства. В перспективе – полная потеря данного вида промыслового ресурса в Обском бассейне (таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Возрастной состав нельмы, вонзь, п. Ямбура, п. Салемал, сети с шагом ячей 60–70 мм

Год	Возрастная группа, %																				n	Масса, г
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1998	-	-	-	8,7	16,1	8,4	3,7	4,7	2,7	5	8,1	10,7	4,7	5,4	3,7	4,4	7	3,4	1,3	1,3	289	5400
1999	-	-	3,0	10,1	16,1	22,5	9	4,4	2,5	3	5,4	6,6	6,2	5,6	2	1,1	1,2	0,3	0,1	0,4	801	3500
2000	-	-	19,5	16,2	11,7	3,2	1,8	2,4	3,6	3,8	8,5	8,1	8,3	6,9	2,4	1,4	1	0,6	0,6	-	505	3700
2001	-	4	9,8	19,5	14,6	10,4	5,7	4,2	3,5	2,2	2,6	4,4	5,5	5,1	4,3	3	1,2	-	-	-	769	3700
2002	-	1,1	14,1	20,1	13,4	8,6	2,2	2,6	1,8	2,2	3,7	8,2	5,6	4,5	5,2	4,1	1,8	0,4	-	0,4	269	4200
2003	-	2,3	3,9	12,4	11,0	9,8	7,1	4,3	3,8	2,8	4,3	5,3	3,9	8,6	7,3	6,8	4,3	0,8	1,1	0,2	539	5200
2004	-	-	5,9	14,2	25,7	16,6	7,3	4,2	2,6	2,9	3,7	1,5	3,3	3,1	2,4	3,2	2,0	0,8	0,6	-	848	3600
2005	-	-	30,2	27,0	15,0	6,8	4,2	2,4	1,8	1,6	1,7	1,7	1,6	2,3	2,2	1,1	0,3	0,1	-	-	708	2500
2006	-	-	3,0	28,8	13,7	8,1	3,3	4,0	4,8	4,4	7,0	4,1	5,2	3,7	4,0	1,8	2,6	1,5	-	-	271	4482
2007	-	-	-	9,5	12,8	11,5	4,0	7,4	10,8	12,2	8,8	7,4	6,8	3,4	1,4	1,3	1,4	0,7	0,6	-	148	5644
2008	-	-	1,9	12,7	16,7	14,7	6,9	5,9	3,9	8,8	8,8	6,9	3,0	4,9	1,0	1,0	1,9	1,0	-	-	102	4613
2009	-	-	8,9	16,3	21,8	16,3	7,9	5,4	7,4	4,5	4,5	3,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	202	3668
2010	-	-	1,7	12,4	15,2	23,0	15,2	11,8	7,9	5,1	1,1	2,2	2,2	0,6	1,1	0,6	-	-	-	-	178	3309
2011*	-	-	9,1	22,7	18,2	18,2	4,5	4,5	9,1	9,1	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	3863
2012*	-	-	3,1	18,8	18,8	15,6	6,3	3,1	12,5	9,4	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-	32	3583
2013*	-	1,9	35,8	18,9	13,2	7,5	7,5	5,7	1,9	1,9	3,8	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	53	3278
2014*	-	-	-	6,8	32,2	35,6	20,3	1,7	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	2014
2015*	10,5	5,3	5,3	15,8	10,5	21,1	10,5	5,3	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	2286
2016*	-	-	14,3	14,3	57,1	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1282
2017*	4,3	25,0	47,5	11,2	3,8	2,7	2,7	1,4	1,4												87	732
2018*		2,0	50,1	37,5	9,2	1,3															142	706
2019*	35,2	47,3	17,1	0,3	0,0	0,1															27	532

Примечание - * анализировали уловы сетей с шагом ячей 36–40, 40–45 и 60–70 мм

В уловах промысловых плавных сетей с ячейёй 36, 40, 45, 60, 70 мм и комбинированных разноячейных исследовательских сетей встречались рыбы длиной от 23,3 до 53,5 см (в среднем 38,7 см), массой от 142 до 1911 г (средняя 706 г) (таблица 4.13).

Таблица 4.14 – Показатели роста и возрастного состава нельмы, «вонзь», Нижняя Обь, п. Ямбура, плавные сети 36-45-60-70 мм.

Возраст	Длина тела, см		Масса тела, г		Состав, %	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
2		33,9		474		35,2
3	34,2	35,4	482	543	2,0	47,3
4	37,2	36,8	626	609	50,1	17,1
5	40,5	52,5	813	1799	37,5	0,3
6	44,1	-	1056	-	9,2	
7	48,0	68,5	1372	4042	1,3	0,1
Средние	38,7	35,2	706	532	4,6	2,8

Особенностью «вонзя» 2019 г. было резкое, относительно как 2018 г. так и всех прошлых лет наблюдений, уменьшение численности подъёмной нельмы: в среднем всего по 0,15 кг или по 0,1 экз. на один стандартизированный плав сети с ячейёй 60–70 мм. При этом в уловах отсутствовали особи старше 7+ лет.

В связи с редкостью этого промыслового вида и общего запрета на вылов при исследованиях часть рыб выпускалась в живом виде после промеров, взвешивания и взятия чешуи на

возраст, поэтому половой состав и зрелость гонад их не оценивались. Однако, судя по размежам всех особей, они были неполовозрелыми. Последний раз зрелые производители отмечались нами при контрольном лове в 2012 г.

4.3.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации определение численности и прогнозирование ОДУ обской полупроходной нельмы для официального промысла возможно с помощью традиционно применяемых и рекомендуемых в последнее время когортных моделей [9, 10, 11, 12, 24]. При этом данные по её официальным уловам значительно искажались до периода запрета промысла, начавшего полноценно действовать с 2017 г. и продлеваемого до настоящего момента. Сохраняется мощный ННН-промысел нельмы, оценки которого разнятся за 2019 г. от 16 до 48 т. Нельма ловится в основном сетями с разной ячейй, поэтому определение селективности при применении сепарабельных ВПА-моделей затруднено. В условиях крайне низкой численности стада в последние годы, все данные факторы могут привести к большим ошибкам при её оценке с последующими неверными выводами и расчётаами ОДУ нельмы.

В этой связи, для определения численности нельмы предлагается более лабильная и нетребовательная вероятностная когортная модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 36, 37, 38, 39, 59], уже применявшаяся в данных обстоятельствах более десяти лет.

Установлено, что ВКМ хорошо отражает численность запаса, если коэффициент суммарного последующего использования запаса (E) больше 0,4. При более низкой величине коэффициента ($E < 0,3$) модель может занизить численность и необходимо соответствующее изменение в алгоритме расчёта [16].

Численность, полученная по ВКМ для полностью обловленной генерации нельмы 2000 г. рождения (весеннего выклева личинок) в возрасте максимальной продуктивности её стада (6 лет в современных условиях перелова запаса) определена в 22,35 тыс. экз. В дальнейшем улов от этой численности составил 9,18 тыс. экз. Отсюда коэффициент суммарного последующего использования запаса достигает:

$$E_x = \frac{V_x}{N_x} = \frac{9,18}{22,35} = 0,412 \quad (51)$$

То есть, при имеющихся для рассматриваемой генерации входящих составляющих ВКМ может быть использована для расчёта численности нельмы.

Для проверки правильности применения ВКМ были рассчитаны параметры смертности нельмы другими методами и определена численность по уравнению улова Ф. И. Баранова на примере той же полностью обловленной генерации 2000 г. рождения:

$$N = \frac{C \times Z}{F \times (1 - \exp -Z)}, \quad (52)$$

Где С – улов, равный 9,18 тыс. экз.

Общую смертность можно рассчитать методом Бивертона-Холта, для чего необходимо получить параметры уравнения Берталанфи. Его параметры были рассчитаны методом Форда-

Уолдорфа. В качестве исходных данных использовались средние показатели длины нельмы за последние годы наблюдений. Уравнение имеет следующий вид:

$$L(t) = 100,5 \cdot (1 - e^{-0,125 \cdot (t+1,24)}), \quad (53)$$

Подставляя рассчитанные и эмпирические значения в уравнение Бивертона-Холта можно по уравнению

$$Z = K \cdot (L_\infty - L_{cp}) / (L_{cp} - L_{min}) = 0,125 \times (100,5 - \frac{61,0}{61,0 - 51,0}) = 0,494 \quad (54)$$

Коэффициент мгновенной естественной смертности, рассчитанный по несколько видоизменённому методу Алверсона-Карни, предложенному И. В. Князевым [58] равен:

$$P_t = N_0 \cdot e^{-Mt} \cdot W_t, \quad (55)$$

где P_t – прирост биомассы в возрасте t ,

N_0 – начальная численность,

Mt – мгновенная естественная смертность в возрасте t ,

W_t – масса рыбы в возрасте t .

В момент достижения кульминации прирост ихтиомассы $Pt=0$, отсюда, дифференцируя, получим, что в этот момент мгновенная естественная смертность равна удельной скорости роста. Кульминация ихтиомассы для эксплуатируемых популяций находится как 0,38 от максимально наблюдаемого возраста в уловах, составляющего не менее 0,5 % в выборке. Поскольку наши выборки крайне малы, то ориентировались на максимальные отмечаемые в последнее время размеры нельмы в уловах, которые достигали 10–12 кг, что соответствует 16–17 годовалым особям. Таким образом, кульминация ихтиомассы достигается в $16,5 \times 0,38 = 6,27$ годов, и находится близко к возрасту кульминации ихтиомассы, определённого по ВКМ.

Удельная скорость роста в этом возрасте равна 0,19, то есть и M имеет это же значение.

Коэффициент мгновенной естественной смертности, рассчитанный по методу Рихтера–Ефанова [57], в среднем для популяции нельмы с возраста массового полового созревания (7,5 годов) имеет близкое значение:

$$M = \frac{1,521}{7,5^{0,72}} - 0,155 = 0,201 \quad (56)$$

Это значение меньше значения суммарного последующего использования запаса E_x , полученного ВКМ, что может подтверждать адекватность её работы.

Далее расчёт проведём по другому уравнению Ф. И. Баранова:

$$N_{x+1} = N_x \cdot e^{-Z}, \quad (57)$$

Получаем численность следующих облавливаемых возрастных групп, где Z задаётся как $-\ln$ из отношения разницы накопленных уловов двух смежных возрастных групп к накопленному улову младшей из них, и сравним с их значениями, полученными ВКМ (рисунок 4.17). Численность нельмы по уравнению Баранова получается выше в сравнении с оценками по ВКМ из-за более низких оценок мгновенных коэффициентов общей смертности. Завышенной в возрастах более 11 годов оказалась и численность по методу Баранова с постоянным коэффициентом мгновенной общей смертности 0,494, дающая несколько меньшие оценки численности в возрастах 7–10 годов.

Можно видеть, что ВКМ в целом как минимум не завышает и не слишком занижает уровень промыслового запаса нельмы. Для дальнейшего, ещё более объективного представления о мгновенных коэффициентах общей смертности и увеличения точности расчётов численности ВКМ необходимо пользоваться данными по стандартизированным неселективным уловам [59].

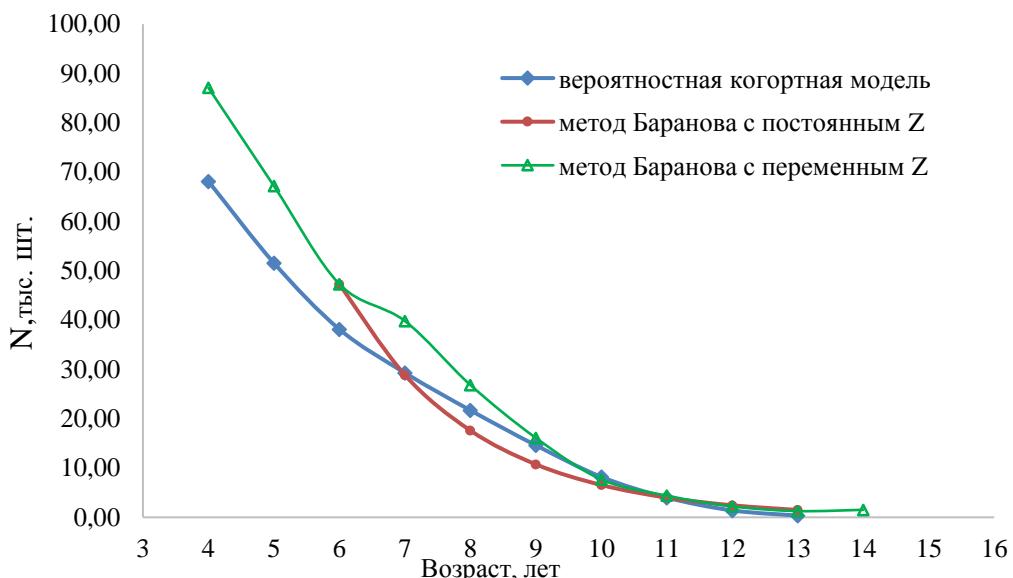


Рисунок 4.17 – Результаты расчётов численности полностью обловленной генерации нельмы 2000 года рождения разными методами

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову и биолого-популяционным параметрам нельмы подходят для применения пакета методов расчёта допустимого изъятия запаса DLMtool. Основные результаты расчётов представлены в разделе 4.3.4

4.3.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. В прошлые годы уловы нельмы варьировали в пределах 50–340 т. Условно их динамику можно разбить на три периода. Первый период длился с 1935 по 1969 гг., с нисходящим трендом в динамике вылова; второй – с 1970 по 1993 гг., когда уловы, варьируя, вновь постепенно возрастили; третий – с 1994 по 2014 гг. – при низком, относительно стабилизировавшемся, вылове на уровне 50–130 т. Далее, с 2012 г., началось падение уловов, особенно резкое с 2014 г. На фоне продолжающегося увеличения ННН-промысла добыча нельмы в 2015 г. вступил в действие запрет промысла нельмы, за исключением лова в научно-исследовательских целях и аквакультуры (воспроизводства), который в 2016 г. из-за популизма властей ХМАО был нарушен во время выборов и выделялись квоты для КМНС и промышленности. Было выловлено по официальной отчётности более 5 т нельмы, фактически – в несколько раз больше. В полной мере запрет на промысел нельмы заработал с 2017 г. В 2019 г. для целей научных исследований и воспроизводства выловили 0,288 т. (рисунок 4.18).

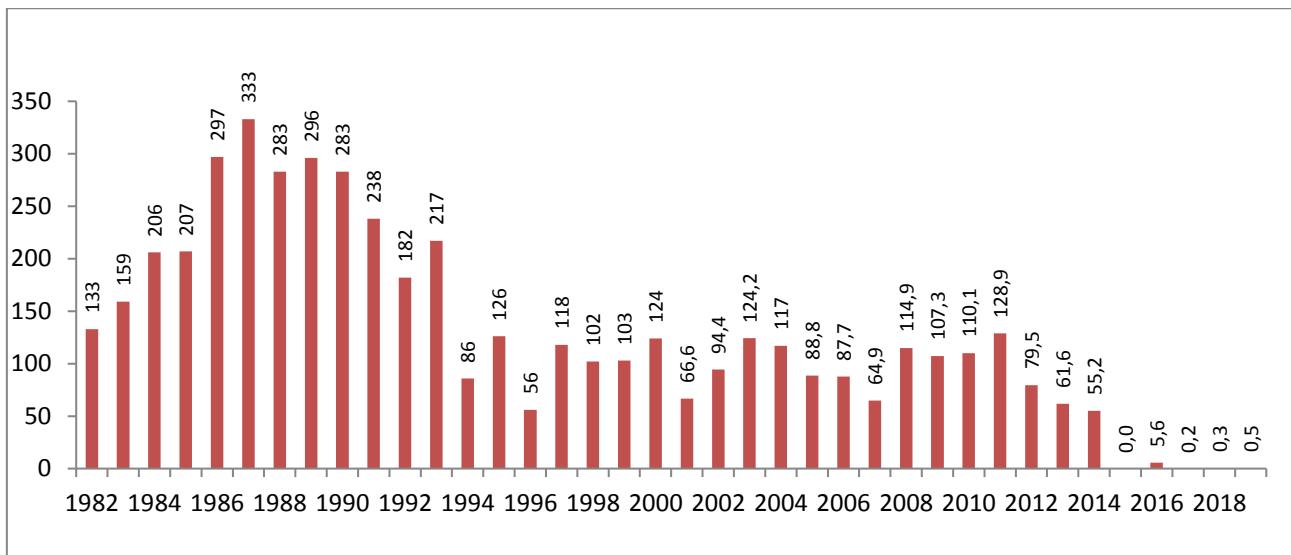


Рисунок 4.18 – Динамика вылова нельмы в водных объектах Тюменской области. Изменения численности и ихтиомассы нельмы с возрастом 3+, когда она начинает присутствовать в уловах, по расчётом на ВКМ приведены на рисунке 4.19, и отражают увеличение её стада в 2017-2018 гг., что связано с введением запрета на её промысел и повышением эффективности её воспроизводства в средне- и многоводные годы (2013-2016 гг.).

В 2020-2021 гг. по нашим расчётом численность нельмы уменьшится (раздел 4.3.4), из-за крайне малого количества производителей и продолжающегося высокого ННН-промысла в ЯНАО и ХМАО, борьба с которым начала усиливаться в ЯНАО только с конца 2018 г. (рисунок 4.19).

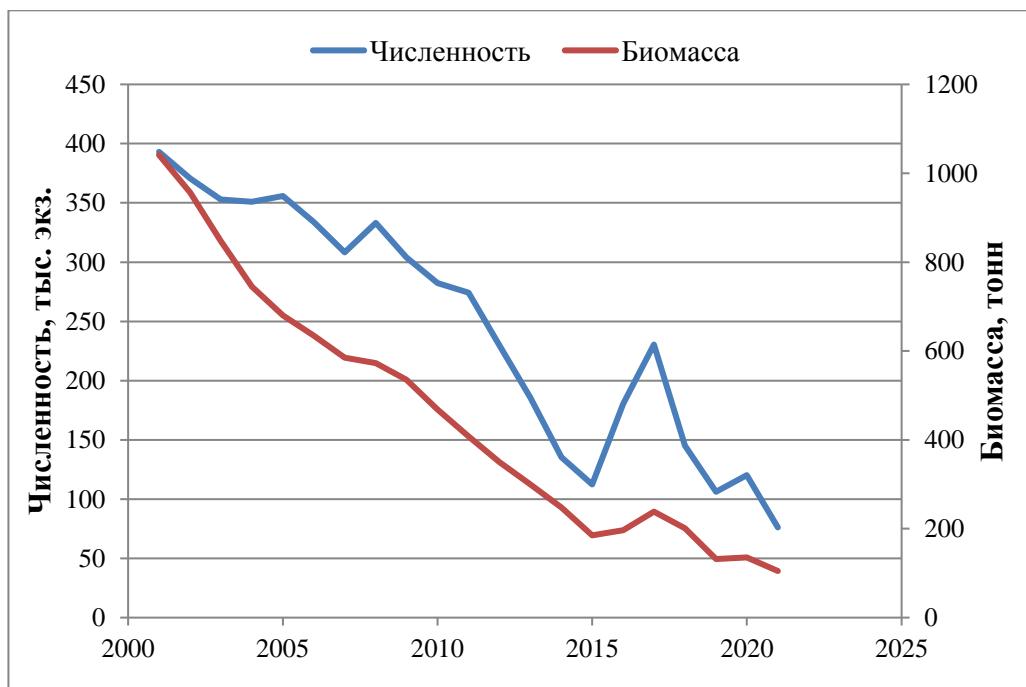


Рисунок 4.19 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада нельмы

4.3.4 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Оценка численности и биомассы нельмы проведена на вероятностной когортной модели – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 59], уже более десяти лет применяющуюся для расчёта запаса и ОДУ нельмы и позволяющую оценить в значительном приближении разные запасы на уровне моделей ВРА.

В прогнозные годы ожидаемые уловы генерации определяли при использовании усреднённого за последние годы коэффициента s . Численность 3 и 4 годовалых рыб, слабо представленных в промысле, прогнозировалась по средним их показателям за последние годы. Биомассу нельмы вычисляли с учётом средней массы особей каждой возрастной группы в 2014–2017 гг.

Для расчёта ОДУ нельмы на 2016–2020 гг., когда официально осуществляется только её лов для научно-исследовательских целей и для искусственного воспроизводства, берутся не фактические уловы, а возможные. Они рассчитаны по уравнению связи общего улова нельмы в пределах Тюменской области, включая ЯНАО и ХМАО, с относительной её численностью во время подъёмной – «вонзевой» – миграции до введения запрета в 2015 г.

Уравнение имеет вид:

$$Y = -0,0282 x^2 + 5,101 x + 45,431 \quad \text{при } R^2 = 0,632 \quad (58)$$

где Y – вылов нельмы по Тюменской области, включая ЯНАО и ХМАО, т;

x – улов нельмы за плав (сети с ячейкой 60–70 мм) в период «вонзевой» миграции, кг/плав.

Динамика вылова нельмы в период вонзевого хода в р. Обь в крупноячейных сетях с ячейкой 60–70 мм отражена на рисунке 4.20.

В результате в 2021 г. численность нельмы от 3 годов и старше, представляющих интерес для ННН-промысла, прогнозируется в 76,1 тыс. экз., а биомасса – в 104,9 т. При условии сохранения наблюдаемой в последние годы интенсивности браконьерства убыль биомассы нельмы к 2022 г может составить 24,7 т, не смотря на высокий рост особей. Причиной этому является низкий уровень пополнения (в возрасте 3 года), в результате катастрофического падения воспроизводства нельмы (таблица 4.15).

Продолжающийся ННН-промысел полностью блокирует восстановление численности стада нельмы и при таком положении состояния его будет только ухудшаться. При этом, судя по поколениям 2013–2014 гг. рождения, высокая пластичность вида может способствовать периодически, на фоне благоприятных условий среды, появлению относительно многочисленных генераций.

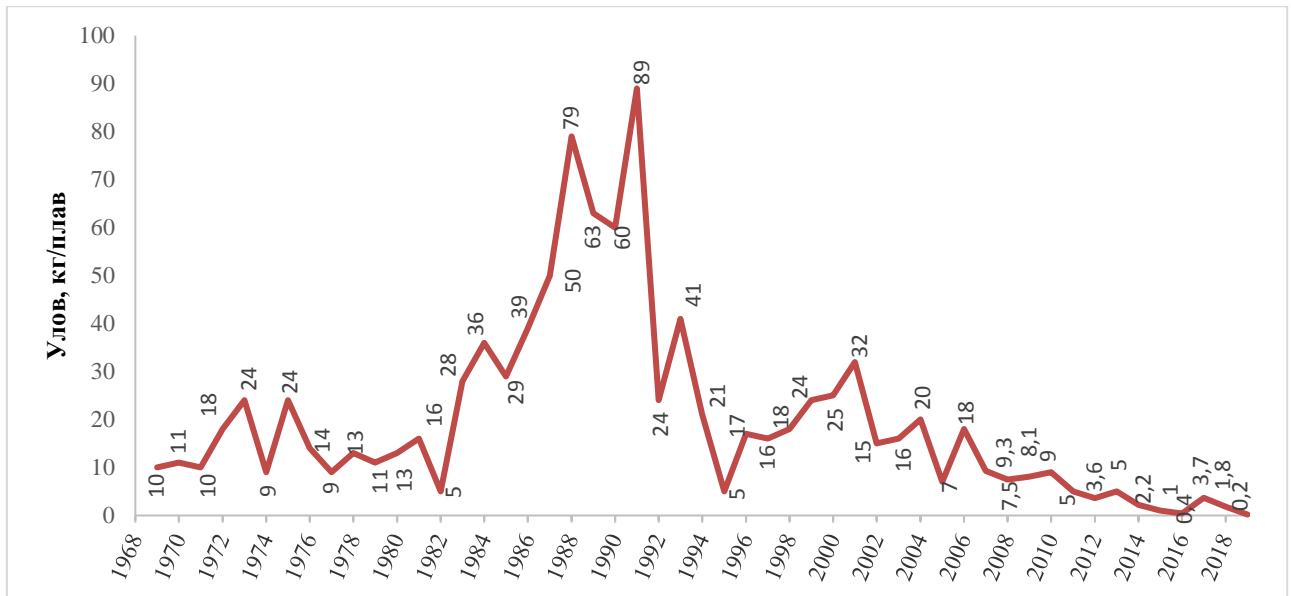


Рисунок 4.20—Динамика интенсивности хода нельмы во время анадромной миграции, май-июнь, сети с ячейёй 60–70 мм

Таблица 4.15 – Расчёт численности, биомассы, продукции нельмы на 2020 г.

Показатель	Возрастная группа												Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<i>S</i>	0,93	0,54	0,35	0,29	0,37	0,55	0,72	0,79	0,80	0,70	0,49		
<i>N</i> ₂₀₂₁ , тыс. экз.	17,4	35,27	12,80	1,81	3,56	0,86	1,05	1,26	1,35	0,51	0,28	76,14	
ср. <i>W</i> _{инд,2014–2018, Г}	661	1065	1512	2002	2536	3113	3734	4397	5104	5855	6648		-
ΔW _{инд, Г}	361	404	447	491	534	577	620	664	707	750	794		-
<i>B</i> , т	11,5	37,5	19,3	3,6	9,0	2,7	3,9	5,5	6,9	3,0	1,9	104,9	
φ_Z	0,296	0,348	0,433	0,485	0,483	0,509	0,498	0,640	0,561	0,653	0,526		
В с продукцией на 2022 г, при φ_Z , т	12,5	33,8	14,2	2,3	5,7	1,6	2,3	2,3	3,4	1,2	1,0	80,2	

Помимо ужесточения борьбы с браконьерством ситуацию может исправить только искусственное воспроизводство нельмы, которое в Обь-Иртышском бассейне практически отсутствует. Ввиду сложности биотехники воспроизводства вопрос о возможности запуска воспроизводственной программы предприятиями на ближайшие два года не рассматривается. В этой связи на 2021 г. определена потребность только для научно-исследовательского лова в объёме 0,75 т., что и составляет ОДУ.

4.3.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров могут выступать биологические показатели нельмы в период относительно благополучного состояния её запасов – в 80-х годах XX века. В промысловых уловах средний возраст рыб должен находиться в пределах 8–11 лет, встречаться особи до 20+ лет, а средняя их масса составлять 4000–6000 г. Данные показатели

являются индикаторами хорошего состояния промыслового запаса. Результаты расчёта ОДУ не должны способствовать снижению продуктивности стада нельмы.

Для оценки состояния стада нельмы проведён анализ показателей её промыслового запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП) [8].

Устанавливались три типа ориентиров: граничный, буферный и целевой. Каждый тип ориентиров имеет две трактовки: состояние запаса (B) и интенсивность промысла (φ_F).

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы $Y_{prod.}$) нельмы от биомассы её запаса (рисунок 4.21)

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr}=BMSY$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса, т.е. улов ($C_{tr} = Y_{MSY}$). На рассмотренном историческом отрезке промысловой эксплуатации стада нельмы в явном виде перегиб производной кривой не прослеживается и B_{tr} с C_{tr} взяты по максимально наблюдённым значениям:

$$B_{tr} - 6733,0 \text{ т},$$

$$C_{tr} - 1281,0 \text{ т.}$$

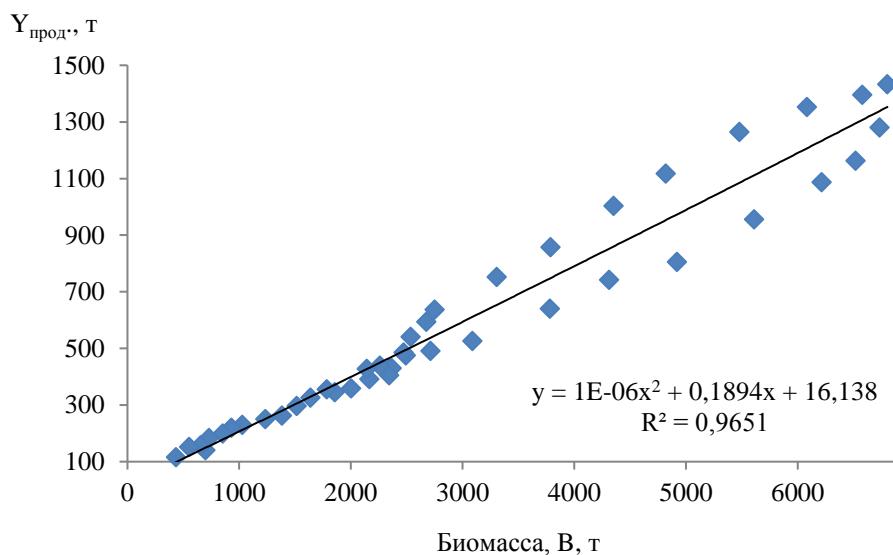


Рисунок 4.21 – Зависимость продукции от биомассы запаса нельмы

Полученные параметры позволяют рассчитать целевой ориентир по интенсивности промысла ($\varphi_{Ftr} = \varphi_{FMSY}$):

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,19, \quad (59)$$

Данные показатели указывают на максимально продуктивную биомассу и величину промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса нельмы. При дальнейшем удержания запаса в рамках целевых показателей

он будет находиться в относительно равновесном состоянии с максимизацией среднемноголетнего вылова.

Определение граничных ориентиров. Ориентир по биомассе B_{lim} указывает на минимально отмеченное значение биомассы – 1285,3 т., при достижении которого запас затем восстанавливается при ограничении промысловой нагрузки. При этом была отмечена минимально наблюдённая нерестовая биомасса – 321 т.

Интенсивность промысла φ_{Flim} в данном случае изымает всю продукцию и удерживает запас на уровне B_{lim} , определяясь по выражению:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,203, \quad (60)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} указывают на высокую вероятность подрыва запаса и необходимость восстанавливающего регулирования вплоть до запрета промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферные ориентиры, позволяют своевременно влиять на интенсивность промысла, тем самым предупреждая сокращение биомассы запаса до уровня B_{lim}

Буферный (предосторожный) ориентир по биомассе B_{pa} является границей биологически безопасной эксплуатации запаса в условиях неопределенности, показывая величину биомассы нерестового запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастает риск снижение биомассы до уровня B_{lim} .

$$B_{pa} = B_{lim} e^{(1,645 S)} = 1650,3, \text{ где} \quad (61)$$

1,645 – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 95%;

S – мера неопределенности, выражаемая через коэффициент вариации биомассы производителей.

Буферный ориентир по промысловой смертности φ_{Fpa} находится по отношению

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,201, \quad (62)$$

Расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.22) можно приступить к расчёту величины ОДУ и регулированию промысла (таблица 4.16).

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла нельмы, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

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

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

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}},$$

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

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

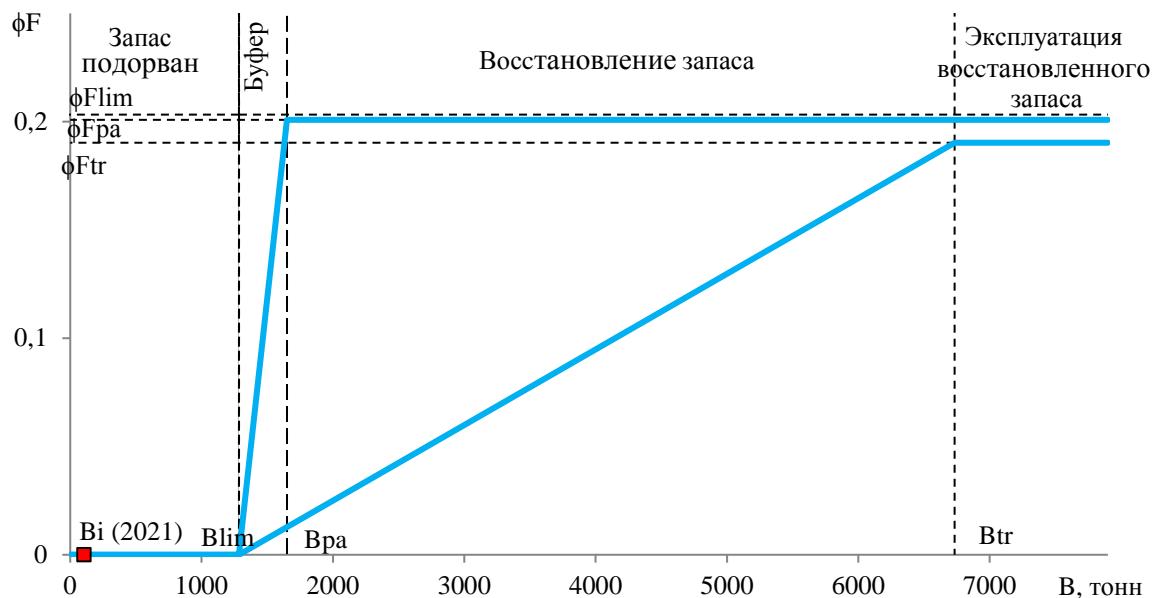


Рисунок 4.22– Схема ПРП запаса нельмы

Таблица 4.16 – Состояние запаса нельмы по биологическим ориентирам и ПРП на 2021 г.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	φ_{Ftr}	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2021}}$, т	φ_{Frec}	$ОДУ_{i_{2021}}$, т
6733	1281	1285	261	1650	331	0,190	0,203	0,201	104,9	0	0

Исходя из рассчитанной величины биомассы в 104,9 т, можно заключить, что запас нельмы снижается, продолжая находиться в катастрофически низком состоянии далеко от границы B_{lim} . Промысел невозможен, следовательно, необходимо применить первый режим ПРП, т. е. вся продукция запаса должна обеспечивать его прирост.

В качестве альтернативной схемы определения возможного ОДУ для запаса нельмы использовался пакет методов DLMtool. Входными данными послужили: официальная статистика вылова (рисунок) и индекс численности (индекс обилия).

В качестве индекса численности использовался стандартизованный показатель вылова нельмы за плав из ежегодных учетных научных съемок, проводимых в период вонзевой миграции сиговых рыб в р. Обь (рисунок 4.20). Данный показатель коррелирует ($r = 0,73$) с рассчитанной ранее численностью нельмы и соответственно отражает динамику запаса (рисунок 4.23).

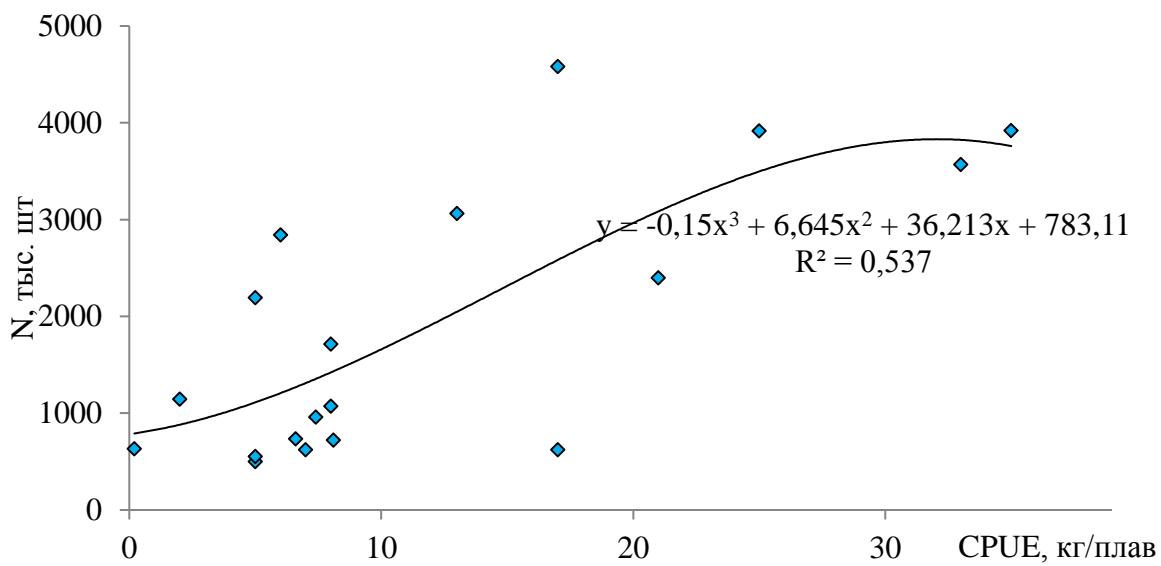


Рисунок 4.23 – Зависимость вылова за плав от численности промыслового запаса нельмы, 1984–2019 гг.

Исходная информация отражена на рисунке 4.24.

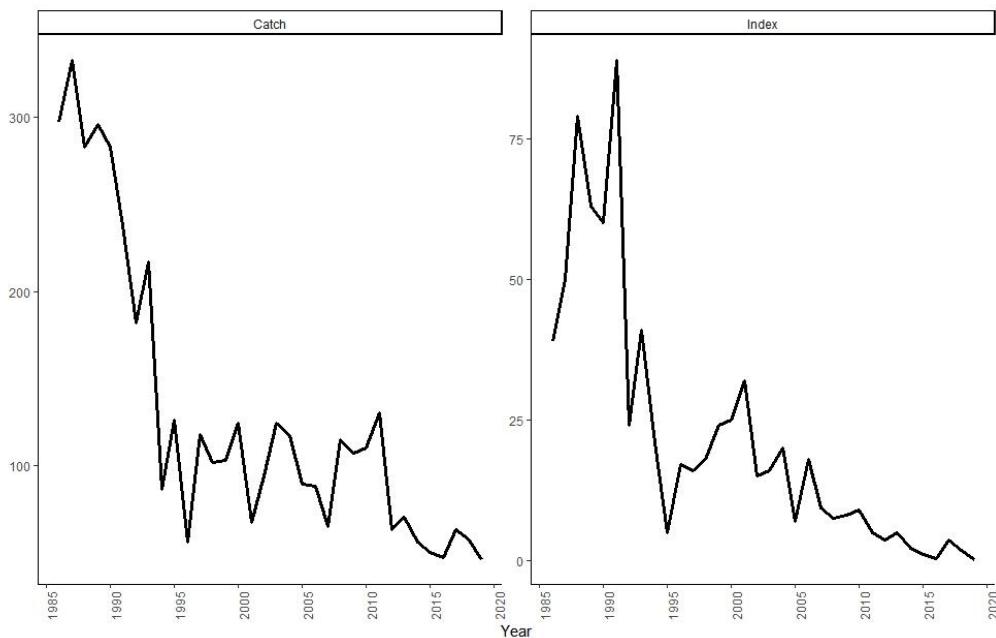


Рисунок 4.24 – Входная информация для расчёта ОДУ нельмы с применением пакета DLTool

Так как запас нельмы находится в депрессивном состоянии, стратегия управления должна быть направлена на восстановление популяции, таким образом, применение процедур AvC, AvC MLL (определяющих ОДУ как некий средний вылов), не допустимо.

По остальным возможным процедурам управления запасом получены оценки ОДУ от 0,13 до 1,23 т (рисунок 4.25).

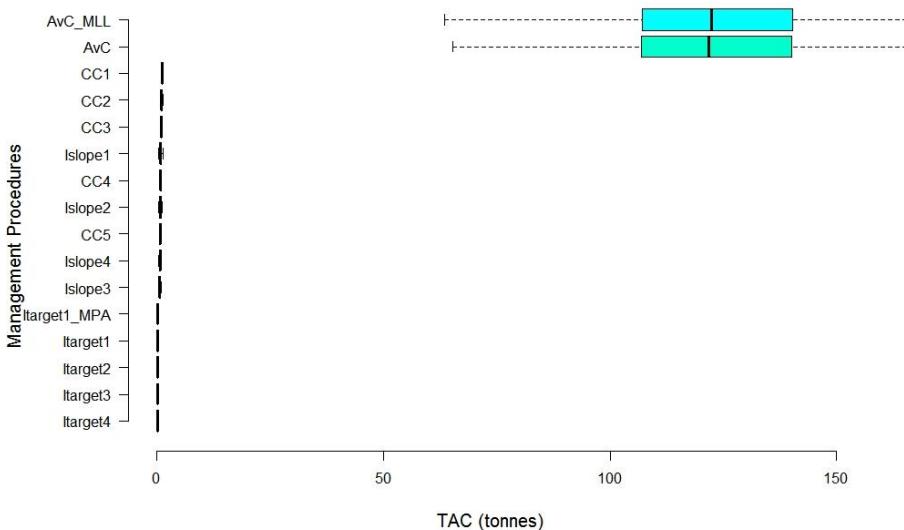


Рисунок 4.25 – Диапазон оценок ОДУ из применённых процедур управления к запасу нельмы

Скомпилировав возможные 14 оценок в одну avgMP получаем ОДУ – 0,64 т.

4.3.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

В соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РФ № 11 от 16.01.2015 года вылов нельмы в водных объектах Обь-Иртышского бассейна запрещён (за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, а также рыболовства в целях искусственного воспроизводства

На 2021 г. предлагаем продлить этот запрет и максимально усилить меры по пресечению браконьерства. В целях научно-исследовательского и контрольного лова установить ОДУ нельмы в размере 0,65 т. – на уровне, допустимом по расчётом пакетом методов DLTool.

Допустимое изъятие нельмы по Субъектам Федерации следующее: в ЯНАО – 0,45 т, из них ОДУ в реках для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях – 0,35 т; РВ в губах для целей научно исследовательского и контрольного лова – 0,1 т; ОДУ в реках ХМАО 0,2 т для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях; на юге Тюменской области – 0,1 т для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях.

4.4 Муксун

Общая характеристика вида. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) являлся одним из наиболее массовых среди ценных промысловых видов в бассейне р. Обь вплоть до 2014 г., что обуславливалось экологическим оптимумом условий обитания вида и относительной управляемостью промысла до введения системы квотирования уловов.

Ранее популяция муксунов в р. Обь характеризовалась многовозрастной структурой стада, растянутым созреванием каждой генерации (от 7 до 12 лет), неежегодным нерестом (с пропуском до 2–3 лет, возможно больше), значительным ареалом обитания с разнесённостью мест нереста, зимовки и нагула, сильной связью родителей и потомства при выраженному влиянии экологических условий формирования пополнения, высоким, но вариативным темпом роста в годы с разным гидрологическим режимом, интенсивным питанием в течение всех сезонов в пресной и осолонённой воде [18, 53, 54, 55].

Одной из особенностей обского муксунов, в отличие от других мест его видового ареала, является наличие самых протяжённых миграций, что связано, прежде всего, с зимними заморозными явлениями, охватывающими большую часть среднего и все нижнее течение рек Обь и Таз – главных его нерестовых центров. При этом муксун размножается в р. Обь на участке перед плотиной Новосибирской ГЭС, в притоках р. Таз – реках Худосей, Печалька, Караблька, Поколька, Ратта, зимует в Обской и Тазовской губах (часть производителей – в районах нереста), нагуливается в них же (в основном неполовозрелые и пропускающие нерест особи), а также в дельтах и нижних течениях рек Обь и Таз. В период миграции возрастает уязвимость муксунов для промысла, в том числе и браконьерского.

4.4.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Ежегодно для мониторинга качественного и количественного состояния промыслового стада муксуну осуществляется сбор материала из контрольных уловов в дельте и на магистрали Оби в период его нагульно-нерестовой «вонзевой» миграции в районе пос. Ямбура-Салемал.

Лов осуществляется четырьмя бударками с плавными сетями ячей 60–70 мм по 4–6 провязов, каждый длиной 75 м.

В 2019 году было добыто и проанализировано всего 97 экз. муксунов. Для определения прогноза его ОДУ также использовали многолетние фондовые материалы по динамике промысла и размерно-возрастной структуре популяции. Информацию об объёмах добычи вида предоставило Нижнеобское территориальное управление ФАР.

Биологическая характеристика. Возрастной состав уловов муксунов в 2019 г. был представлен рыбами 5+–12+ лет с преобладанием особей 7+ – 9+ лет.

На протяжении последних лет продолжает стабильно снижаться остаток в нерестово-нагульной части популяции. В 2019 г. численность особей 6+–7+ лет, достигших 38,6 % от всех проанализированных рыб (таблица 4.17).

Самки муксуга в 2019 г. составляли 37 %, самцы - 63 %. Ни одной самки, готовой к нересту в данном году, в контрольных уловах не отмечено. Самцов-производителей поймано всего один экземпляр.

В уловах промысловыми сетями 60–70 мм на р. Обь в 2019 г. отмечались особи муксуга длиной от 28,7 до 47,5 см (в среднем 39,8 см) (таблица 4.18). Модальной размерной группой являлись рыбы длиной всего 37,3 см.

Масса рыб в уловах 2019 г. изменялась от 287 до 1681 г, в среднем составляя всего 909 г (таблица 4.19).

Таблица 4.17 – Возрастной состав муксуга в контрольных уловах сетей ячеей 60-70 мм, «вонзь», пос. Ямбура и пос. Салемал, май-июнь

Год	Возрастная группа, %													Средневзвешенная		
	5+-	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+	возраст, год	длина, см	масса, г	
2000	-	0,2	0,3	3,2	11,9	14,5	14,9	23,9	15,9	11,6	3,4	0,1	11,6	47,2	1586	
2001	0,1	2,1	6,7	8,9	9,6	14,0	14,1	18,6	13,7	8,6	3,5	-	11,4	46,6	1628	
2002	-	1,7	4,4	10,2	19,7	17,1	14,0	10,4	10,7	6,9	4,9	-	10,8	46,0	1523	
2003	0,3	0,4	0,8	6,7	14,8	18,1	19,5	19,7	11,1	5,4	2,8	0,5	11,1	47,0	1693	
2004	-	-	3,2	5,4	11,8	15,3	24,8	19,1	10,6	6,1	3,0	0,6	11,1	46,9	1600	
2005	0,1	4,3	8,8	9,6	10,1	16,1	19,4	19,0	8,8	3,2	0,3	0,1	10,4	46,5	1578	
2006	0,1	0,4	2,6	6,9	8,0	14,3	17,4	22,3	16,4	9,4	2,3	-	11,5	48,1	1718	
2007	0,1	0,3	3,0	7,2	10,8	14,3	16,6	20,4	14,8	10,1	2,4	-	11,4	48,1	1785	
2008	-	0,1	0,4	8,5	15,5	19,0	15,4	23,0	12,3	5,1	0,5	0,1	11,0	48,3	1580	
2009	-	-	1,3	7,7	35,2	35,0	12,7	6,3	1,2	0,7	-	-	9,7	47,2	1474	
2010	-	-	0,6	5,2	12,6	35,2	26,2	13,0	4,9	1,4	1,0	-	9,0	46,9	1604	
2011	-	-	2,6	12,7	13,7	24,1	24,6	16,7	5,1	0,6	-	-	10,1	47,8	1859	
2012	-	-	1,9	3,8	6,6	21,9	25,8	18,6	10,2	8,3	2,8	-	11,1	46,5	1680	
2013	-	1,9	3,8	7,5	17,6	27,6	25,4	12,1	3,3	0,8	-	-	10,2	46,1	1506	
2014	0,6	2,4	7,6	18,6	26,4	21,7	18,8	3,9	-	-	-	-	9,3	43,6	1076	
2015	-	6,6	26,3	18,7	20,4	12,5	8,2	4,7	2,1	0,2	0,3	-	8,6	42,1	1100	
2016	2,5	18,8	34,9	21,9	11,7	4,2	4,8	1,1	-	-	-	-	7,6	40,7	976	
2017	7,1	33,5	28,9	21,1	7,2	1,8	0,3	-	-	-	-	-	7,5	38,1	758	
2018	-	12,6	20,5	11,5	52,6	1,9	1,0	-	-	-	-	-	8,1	41,7	987	
2019	3,9	17,6	21,0	25,8	16,6	7,0	7,7	0,2	-	-	-	-	7,9	39,8	909	

В целом сохраняется общая тенденция снижения показателей роста муксуга с 2010 г., обусловленная, на наш взгляд, интенсивным его промысловым изъятием, особенно браконьерами в Обской губе. По имеющимся у нас сведениям убыль (вылов) старшевозрастных крупноразмерных особей муксуга сопровождается уменьшением размера ячей в браконьерских сетях (уже до 45 мм, при ранее используемых сетях с ячейой 70 мм), что приводит к дальнейшему «измельчанию» особей в стаде интенсивным отбором быстрорастущих особей.

Таблица 4.18 – Промысловая длина (сантиметры) муксун р. Обь, «вонзь», пос. Ямбура–Салемал, май–июнь

Возраст, лет	Год										Средняя (2010–2018)
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
5+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,5
6+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,6
7+	39,6	45,7	38,2	39,1	-	41,3	38,7	39,3	36,8	39,3	36,6
8+	44,3	45,9	46,2	41,8	42,3	43,2	40,4	40,8	39,4	39	42,3
9+	46,9	47,1	46,7	44,5	44,3	45,2	42,5	43,2	39,9	44,4	43,4
10+	46,0	47,2	48,0	44,8	45,4	47,6	45,2	47,0	41,0	46,3	42,4
11+	49,4	50,0	48,6	45,9	47,5	47,4	46,7	44,7	41,8	39,5	46,5
12+	49,5	51,2	48,5	48,0	48,9	48,5	49,0	47,9	-	-	43,5
13+	52,0	53,6	49,3	50,1	50,1	-	49,5	-	-	-	50,8
14+	50,0	55,4	52,3	50,9	50,8	-	46,6	-	-	-	51,0
15+	-	-	-	53,6	-	-	51,7	-	-	-	52,7
Средняя	47,2	49,5	47,2	46,5	47	45,5	45,6	43,8	39,8	41,7	39,8
											45,2

Таблица 4.19 – Масса муксун (грамм) р. Обь, «вонзь», пос. Ямбура и Салемал, май–июнь

Возраст, лет	Год										Средняя (2010–2018)
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
5+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	437
6+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	526
7+	892	1408	940	997	-	1077	837	876	669	811	658
8+	1246	1492	1738	1108	1113	1219	956	984	825	784	661
9+	1431	1615	1749	1436	1313	1422	1160	1169	844	1212	1190
10+	1508	1621	1910	1353	1413	1582	1434	1505	919	1392	1093
11+	1757	1872	1966	1621	1690	1703	1582	1298	1019	821	1510
12+	1769	2093	1953	1777	1838	1760	1808	1599	-	-	1196
13+	2200	2440	2071	2038	1963	-	1885		-	-	2100
14+	1888	2370	2480	2173	2138	-	1705	-	-	-	2126
15+	-	-	-	2623	-	-	2120	-	-	-	2372
Средняя	1586	1864	1851	1681	1638	1461	1499	1239	855	1004	909
											1468

Муксун в период нагульно–нерестовой миграции питался. В среднем степень наполнения желудочно–кишечного тракта всех рыб составляла 1,2 балла по четырёхбалльной шкале (от 0 до 3). Это является косвенным показателем низкой численности мигрирующих косяков, так как при высокой численности большинство рыб проходит район наблюдений транзитом, не задерживаясь для питания и имея пустые желудочно–кишечные тракты.

Степень жирности, по четырёх бальной шкале Йорта, в среднем, составила 1,8 балла.

Многолетние наблюдения за динамикой основных биологических характеристик обского муксуга показывают, что наиболее благоприятные условия для рыб складываются в годы средней и высокой водности, определяющих продолжительность нагула и степень развития кормовой базы не только в пойменных водных объектах, но и на магистрали Оби. Поскольку в дальнейшем ожидается период ниже средней водности, то в 2020 – 2021 гг. ожидается средний и пониженный темп роста муксуга.

4.4.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Для определения численности и прогнозирования ОДУ муксуга, исходя из имеющегося информационного обеспечения, возможно применение различных когортных моделей.

Однако это осложнено отсутствием надёжной информации по коэффициентам естественной смертности и выловам на промысловое усилие, что в условиях крайне низкой численности стада муксуга может привести к большим ошибкам при её оценке с последующими неверными выводами и расчётами ОДУ.

Исходя из имеющейся информации применима вероятностная когортная модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 36, 37, 38, 39, 59], ранее более десяти лет применявшаяся для расчёта запасов муксуга.

4.4.3 Анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Официальный промысел муксуга с конца 60-х годов прошлого века в основном ведётся в период его нагула и миграций, при этом большая часть улова добывается во время нерестовой миграции.

Браконьерский промысел в значительной мере сосредоточен в местах зимних и летних концентраций в Обской и Тазовской губах, практически закрытых для официального промысла, и также на путях миграций по магистралям рек Оби и Таза, особенно в Среднем Приобье.

С 1968 г. до принятия Правил рыболовства 2008 г., официальный промысел регулировался лимитированием орудиями лова. С 2009 г. вылов, помимо сроков и географии промысла, должен ограничиваться весовым лимитом согласно оценкам ОДУ.

Анализ многолетней динамики уловов показывает, что прогрессирующее снижение вылова муксуга, учитываемого официальной статистикой, стало наблюдаться с 1999 г. (рисунок 4.26), а с 2006 г. уловы были уже ниже прежнего исторического минимума 1966–1968 гг., когда наблюдался подрыв его запасов.

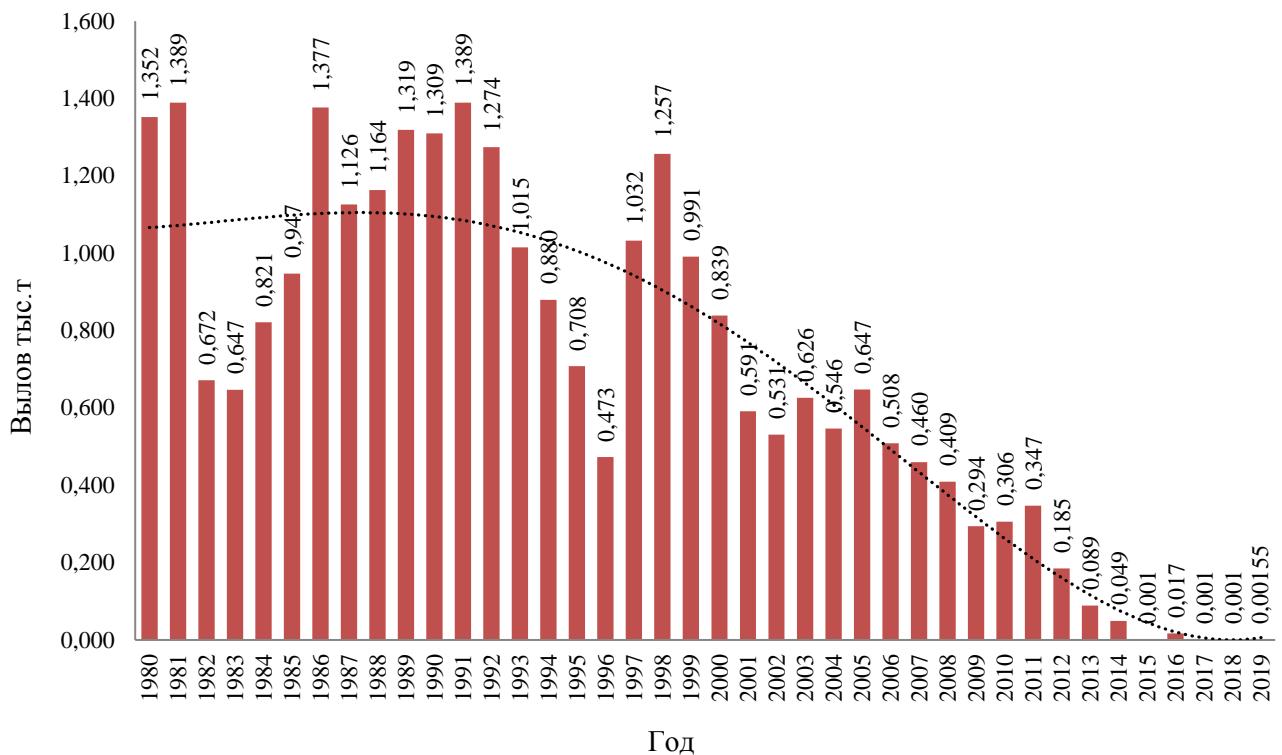


Рисунок 4.26 – Динамика вылова муксун в водных объектах Тюменской области

Необходимо отметить, что уловы муксун в 1955–1960 гг. достигали 2880–4926 т. Даже после резкого сокращения воспроизводства из-за отсечения значительной площади нерестилищ Новосибирской ГЭС в 1957 г. и последовавшего перелова к концу 60-х годов, запасы муксун восстановились (при введении Новых Правил рыболовства 1969 г. и системы лимитирования добычи контингентом орудий промысла) до стабильного состояния. Его вылов на протяжении 70–80-х годов стабилизировался на уровне 700–1200 т, имея возможности увеличения.

Основная причина неуклонного снижения уловов муксун после 1998 г. – значительное сокращение его численности из-за высокой промысловой нагрузки, приведшей к подрыву воспроизводства, на что неоднократно указывалось в предшествующих отчётах по оценке состояния запасов этого вида и в специальном исследовании [18].

В последние двадцать лет количество рыбопромысловых участков по магистралям рек Оби и Таза, на притоках Обской и Тазовской губ, выделяемых частным предпринимателям, различным организациям, общинам коренных жителей, отдельным семьям КМНС постоянно росло. Как показывает практика, отчётность по выделенным лимитам этими малыми предприятиями была крайне неудовлетворительная. Нелегальный вылов достигал, по разным оценкам, 100–200 % и более от официального. По наблюдениям сотрудников Госрыбцентра и имеющимся в литературе сведениям [55, 56], во второй половине 90-х годов прошлого века и в

начале 2000-х годов только в Обской губе браконьерами ежегодно добывалось до 300–600 т муксунса, а по магистрали реки Оби – до 300–500 т. Мощный пресс ННН-промысла продолжился и в дальнейшем, вплоть до 2014 г. Вместе с легальным ловом, такая промысловая нагрузка воздействовала, прежде всего, на половозрелую часть стада муксунса и привела к перелову по пополнению.

В 2014 г. на научно-промышленном совете Нижнеобского территориального управления Росрыболовства было принято решение ввести запрет на промысел муксунса, но в связи с бюрократическими проволочками его ввели только с июля. Несмотря на это, рыбодобывающие организации ЯНАО «успели» освоить 66,8 % от выделенной квоты ОДУ на округ. Допустимый улов муксунса на 2014 г. в Тюменской области прогнозировался в размере 90 т.

В 2015 г. был введён запрет уже с января, поэтому официально учтённый вылов был минимальным – всего 0,67 т, он был проведён только в научно-исследовательских и контрольных целях.

Однако в 2016 г. предложенное ФГБНУ «Госрыбцентр» аналогичное ограничение промысла муксунса было реализовано только в ЯНАО, тогда как в ХМАО из-за популизма властей впервые за последние годы были выделены квоты не только для лова КМНС, науки и аквакультуры, но также и для любительского рыболовства и промышленности.

В 2018 г. в условиях продолжающегося полного запрета промысла вылов муксунса составил 1,217 т, из которых для целей аквакультуры добыли 1,187 т и в научно-исследовательских и контрольных целях – 0,030 т.

В 2019 г. так же действовал запрет промысла, при этом вылов муксунса составил 1,550 т, для целей аквакультуры было добыто 1,438 т, в научно-исследовательских и контрольных целях – 0,112 т.

Относительная оценка численности. В период подъёмно-нагульной миграции из Обской губы в р. Обь («вонзь») в 2019 г. показатель интенсивности хода муксунса, рассчитанный на стандартное промысловое усилие прошлых годов – 6 провязов сетей (по 75 м каждая) с ячейй 60–70 мм, отражающий численность промыслового стада составил 4,2 кг за плав. Относительная характеристика численности «вонзевого» стада муксунса показывает крайне низкий уровень его запаса (таблица 4.20).

Таблица 4.20 – Показатели нагульно-нерестовой миграции («вонзь») и средние характеристики роста муксунов в районе пос. Ямбура и Салемал, сети с ячейй 60–70 мм, 6 провязов, май-июнь

Год наблюдений	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Средний улов за плав, кг	201	62	71	99	38,9	41	39	64	55,8	16,1	9,2	6,8	13,8	5,1	8,2	2,7	4,2
Средняя длина, см	47,0	46,9	46,5	48,1	48,1	48,3	47,2	49,5	47,8	46,5	46,1	43,6	42,1	40,4	40,4	41,7	39,8
Средняя масса, г	1693	1600	1578	1718	1796	1580	1586	1864	1892	1680	1506	1302	1100	975	930	987	909

При этом, плотность подъёмных косяков муксунов значительно меньше, чем во время подрыва его численности в 60-х годах прошлого века, когда вылов опускался до 15,4–26,2 кг/плав (1964–1967 гг.).

4.4.4 Обоснование выбора метода оценки запаса

Для определения численности и прогнозирования ОДУ муксунов возможно применение различных традиционно используемых и рекомендуемых в последнее время когортных и производственных моделей [9, 10, 11, 12, 24]. Однако это осложнено отсутствием информации по выловам на промысловое усилие, низким качеством данных официальных уловов, затруднённой оценкой селективности при применении сепарабельных ВПА-моделей (из-за применения сетей с разной ячейй), что в условиях недостатка информации может привести к большим ошибкам при её оценке с последующими неверными выводами и расчётом ОДУ.

Исходя из имеющегося информационного обеспечения, для оценки численности и биомассы можно использовать вероятностную когортную модель – ВКМ [16, 17, 22, 23], показывающую результаты, близкие к таковым, полученным на моделях ВПА и ранее уже более десяти лет применявшуюся для расчёта запаса и ОДУ муксунов.

Для объективности применения метода ВЗР, который даёт верное представление о промысловой численности и запасе при условии, что коэффициент суммарного последующего использования запаса более 0,4, были рассчитаны параметры смертности рыб на основе других методов и определена численность на основе уравнения Ф. И. Баранова. При более низком коэффициенте использования запаса метод ВЗР может занизить величину промыслового запаса, а следовательно ресурс будет недоосвоен.

Для этого рассчитываются параметры роста муксунов методом Форда-Уолфорда, используя средние показатели длины и массы:

$$Lt = 72,139 - (1 - e^{-0,081 \cdot (t + 6,82)}) \quad (55)$$

По методу Алверсона-Карни кульминация ихтиомассы в эксплуатируемом запасе проходит на 8 годальных особей ($21 \times 0,38$).

Мгновенный коэффициент общей смертности (Z) рассчитывался по Бивертону и Холту [7], исходя из отдельных коэффициентов уравнения Берталанфи:

$$Z = K (L^\infty - lcp) / (lcp - l'), \text{ где} \quad (56)$$

$$K = 0,081; \quad L^\infty = 72,139;$$

$$lcp = 50,2 \text{ см} \quad l'_{(5+)} = 32,5 \text{ см.}$$

$$Z \text{ для восьмилеток равна } 0,31.$$

По Алверсону-Карни в возрасте достижения кульминации ихтиомассы её прирост равен 0, поскольку удельная скорость роста массы тела особей равна мгновенному коэффициенту естественной смертности, то есть в возрасте $8+$ $M = C_w = 0,18$ (рисунок 4.27).

Отсюда мгновенный коэффициент промысловой смертности для возрастной группы $8+$ находится как:

$$F_x = Z - M = 0,31 - 0,18 = 0,13 \quad (57)$$

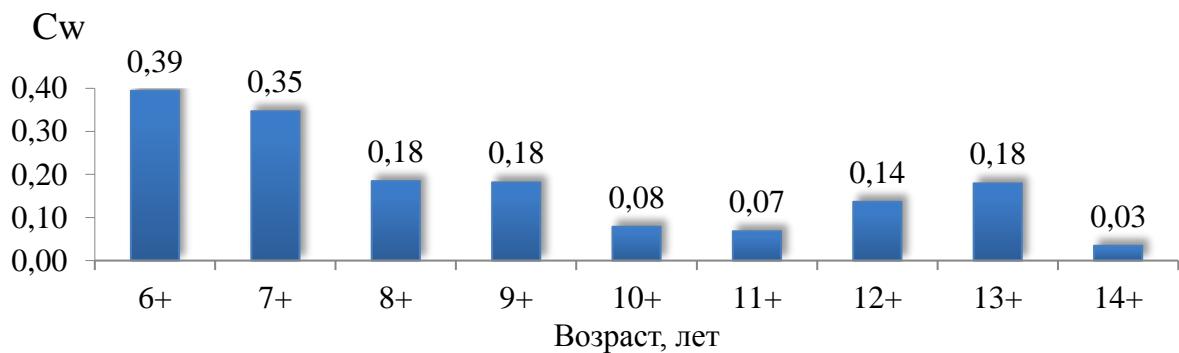


Рисунок 4.27 – Удельная скорость весового роста муксона в возрасте максимальной продуктивности

Соответственно, численность муксона для возраста $8+$ по уравнению Баранова составляет 117,8 тыс. экз.:

$$N_x = \frac{C_x \cdot Z_x}{F_x \cdot (1 - e^{-Z_x})}, \text{ где} \quad (58)$$

$$C_x = \text{улов генерации в возрасте } 8+ = 17,1 \text{ тыс. экз.};$$

$$\text{Виртуальная численность в возрасте } 8+ \text{ составляет} = 52,9 \text{ тыс. экз.};$$

$$V_i = \sum_{j=1}^n C_j \quad (59)$$

Величина коэффициента использования запаса в возрасте максимальной продуктивности составляет 0,45. Таким образом, полученный результат свидетельствует, что применение метода ВЗР даёт объективное представление о состоянии запаса популяции муксона и рекомендуемый прогноз ОДУ и ВВ может быть взят за основу.

После базового расчёта численности стада, для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности в возрастных группах, предварительно определена закономерность уменьшения численности муксунов с использованием её расчётов в четырёх точках (раздел 1). В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во-второй – в возрасте максимального вылова генерации; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливалась в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для последних лет (рисунок 4.28):

$$t_{\infty} = \frac{\ln L_{\infty} - \ln (L_{\infty} - \bar{L})}{k} = 14,7$$

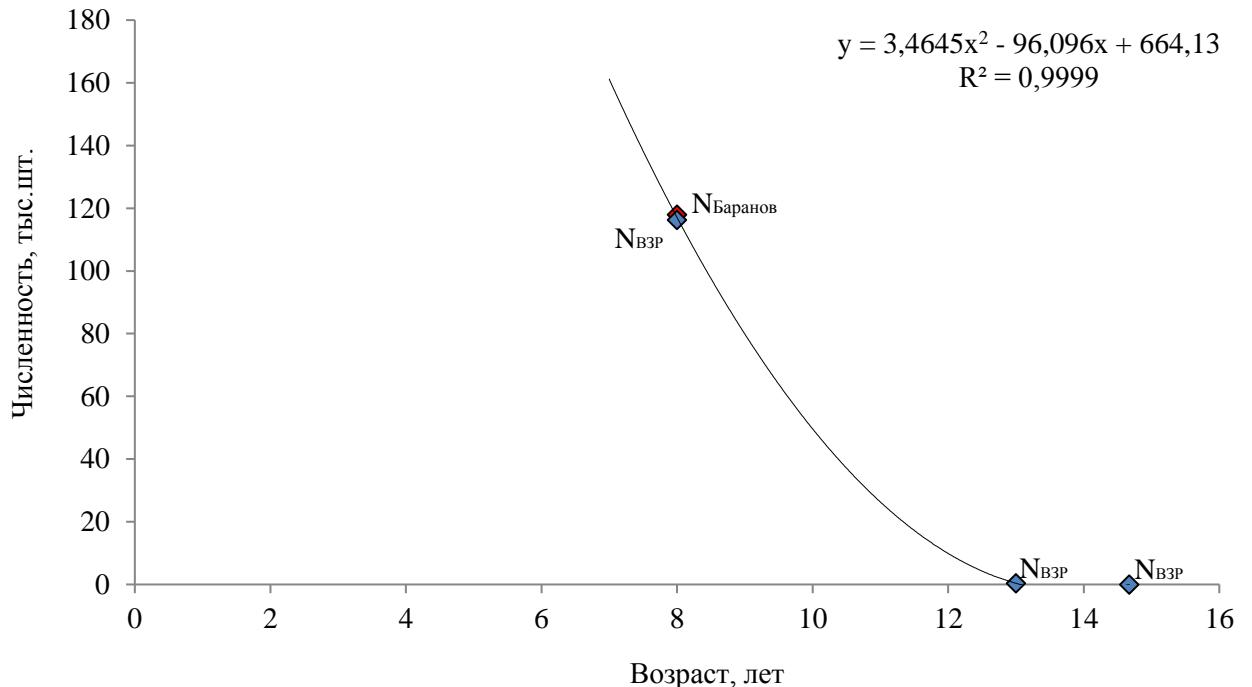


Рисунок 4.28 – Зависимость численности муксунов от возраста

Полученная зависимость позволяет расчитать значения скорректированных действительных коэффициентов естественной смертности, которые включают в себя долю ННН-промысла (рисунок 4.29).

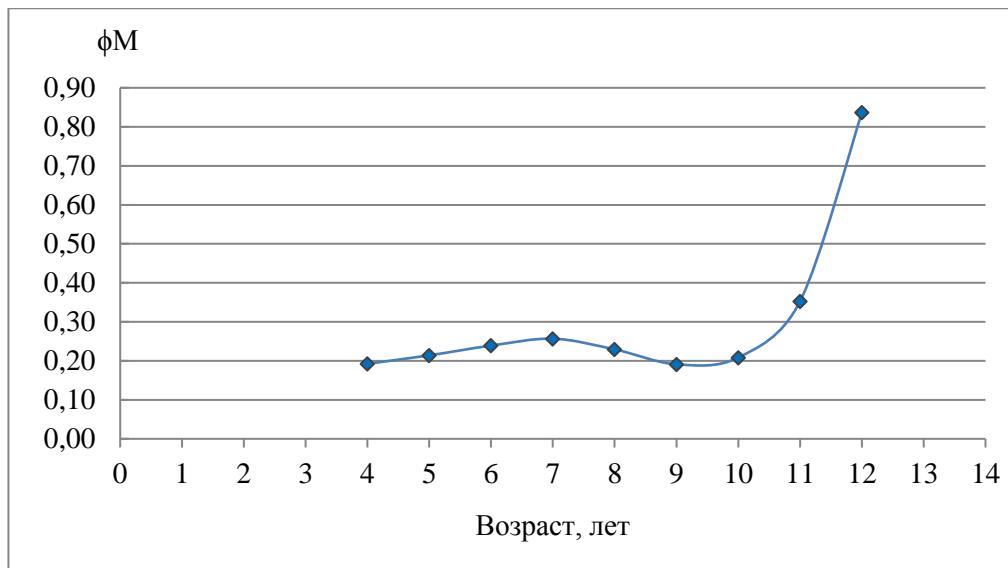


Рисунок 4.29 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам

4.4.5 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

При расчёте численности, биомассы муксуга и прогнозировании его ОДУ применялась, как уже отмечено, вероятностная когортная модель [16]

При этом для расчёта численности на 2016–2021 гг., когда официально осуществляется только его лов для научно-исследовательских целей и для искусственного воспроизводства, берутся не фактические уловы, а возможные. Они рассчитаны по уравнению связи общего улова муксуга в пределах Тюменской области, включая ЯНАО и ХМАО, с относительной её численностью во время подъёмной – «вонзевой» – миграции до введения запрета в 2015 г. (таблица 4.21).

Таблица 4.21 – Расчёт численности и биомассы муксуга на 2021 г.

Показатель	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	Всего
$\Delta W_{\text{инд.}}$, г,	129	141	152	162	171	179	187	195	202	-
ср. $W_{\text{инд.}}$ 2015-2019 гг., г	469	610	762	924	1094	1274	1461	1656	1859	-
N_{2021} , тыс. экз.	22,5	29,3	38,1	51,5	27,2	16,0	7,1	3,8	0,7	196,16
B_{2021} , т	10,6	17,9	29,0	47,6	29,7	20,3	10,3	6,2	1,4	173,1
Φ_z	0,23	0,31	0,37	0,43	0,49	0,44	0,50	0,94	0,23	
Φ_m	0,18	0,24	0,26	0,23	0,19	0,21	0,35	0,84	0,18	
В с продукцией на 2022 г, при Φ_z , т	10,4	15,2	21,9	31,9	17,5	13,0	5,9	0,4	1,1	117,3
В с продукцией на 2022 г, при Φ_m , т	11,0	16,7	25,8	43,1	27,9	18,4	7,6	1,1	1,2	152,7

Расчёты показали, что пополнение муксун не компенсирует убыль его стада при сложившихся условиях с ННН-промыслом и на начало 2022 г. биомасса стада сократится с 196,2 до 117,3 т. Причём, даже при убыли стада только при естественной смертности его биомасса всё равно уменьшается по причине крайне низкого пополнения.

В последующем вероятность возрастания численности промыслового стада отсутствует при условии сохранения высокого ННН-промысла, а также недостаточных объёмов искусственного воспроизводства, для которого необходимо отлавливать производителей.

Динамика численности и биомассы промыслового стада муксун отражает прогнозируемое его снижение (рисунок 4.30).

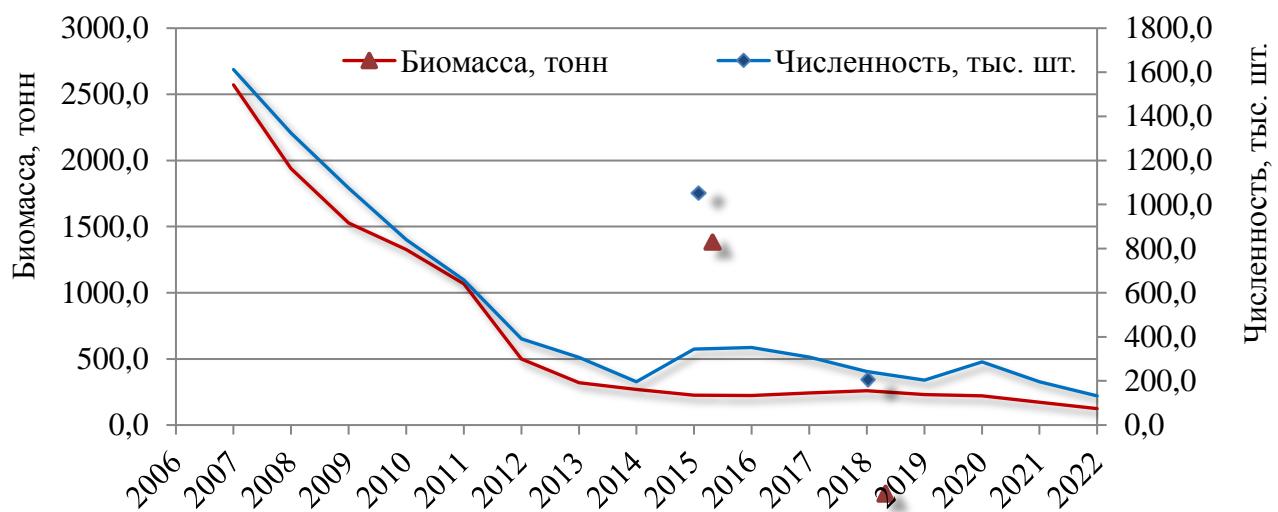


Рисунок 4.30 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада муксун в водных объектах Тюменской области

В качестве альтернативной схемы определения величины ОДУ для запаса муксун использовался пакет методов DLMtool. Входными данными послужили: официальная статистика вылова, размерно-возрастные ряды, индекс численности (индекс обилия), параметры уравнения Берталанфи для ряда последних поколений:

$$L_t = 64,8 - 35,6 \cdot \exp(-0,09372 \cdot (t - 4,5)) \quad (60)$$

В качестве индекса численности использовался стандартизованный показатель вылова муксун за плав из ежегодных учётных научных съёмок, проводимых в период «вонзевой» – анадромной – весенней миграции сиговых рыб в р. Обь из Обской губы. Данный показатель коррелирует ($r = 0,88$) с рассчитанной ранее численностью муксун и соответственно отражает динамику запаса (рисунок 4.31)

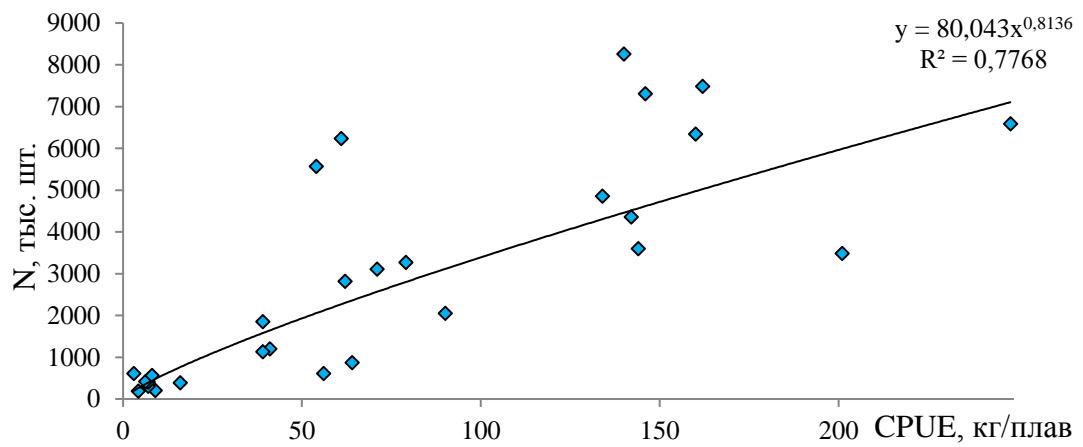


Рисунок 4.31 – Зависимость вылова за плав от численности промыслового запаса муксуга, 1981–2019 гг.

Исходная информация отражена на рисунке 4.32.

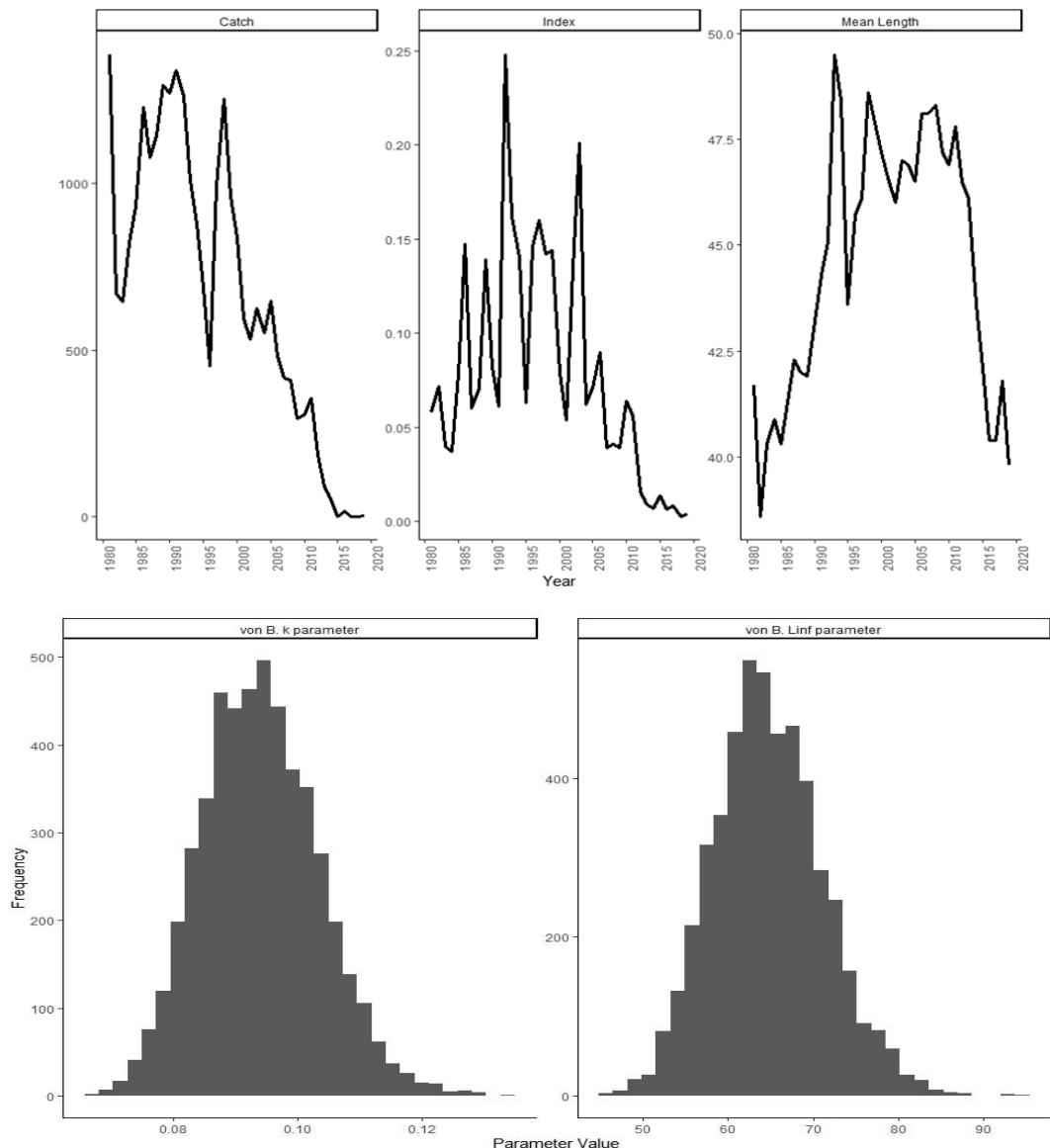


Рисунок 4.32 – Входная информация для расчета ОДУ муксуга для пакета DLMtool

К имеющимся входным данным может быть применено 33 схемы определения величины ОДУ с диапазоном оценок от 0,72 до 679 т (рисунок 4.33).

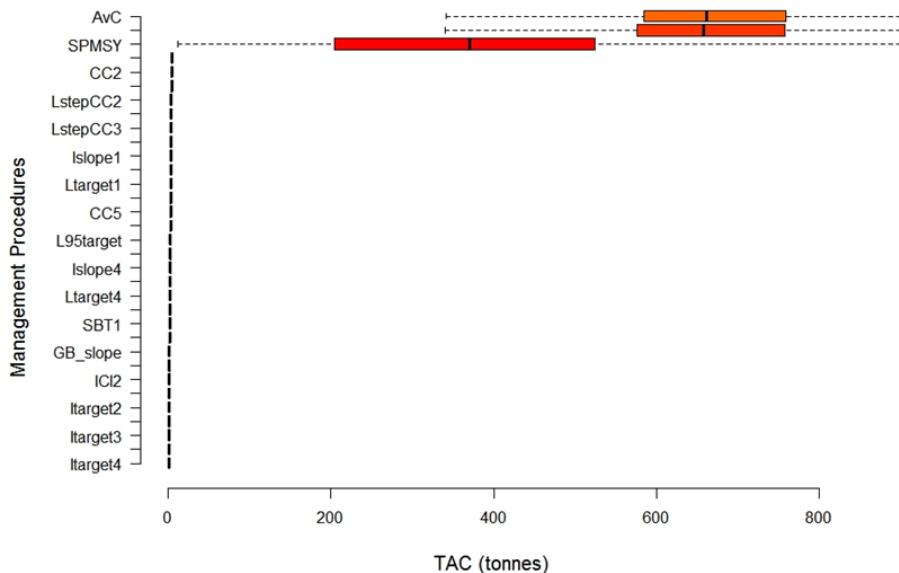


Рисунок 4.33 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу муксуга

Так как запас муксуга находится в депрессивном состоянии, его промышленный лов закрыт, стратегия управления должна быть направлена на восстановление популяции, таким образом, применение процедур AvC, AvC MLL (определеняющих ОДУ как некий средний вылов), SPMSY (изъятие избыточной продукции MSY) не допустимо.

Для доступных схем определения величины ОДУ муксуга проведён анализ эффективности стратегий управления на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.22, рисунок 4.34).

Исходя из результатов проведённой диагностики (таблица 4.22, рисунок 4.34) для оценки величины ОДУ муксуга может быть использовано 23 процедуры управления с диапазоном оценок ОДУ от 0,34 до 4,26 т.

Наиболее приоритетными процедурами являются: Ltargt1, Ltargt2, Ltargt3, Ltargt1_MPA, Ltargt2, Ltargt3, Ltargt4, Ltargt1, LstepCC4, Islope1, CC3, LstepCC3, LstepCC4. Критерием выбора послужили вероятности не наступления перелова, уменьшения биомассы запаса до критического уровня и получения неоптимальной продукции ($p \geq 0,65$). Скомпилировав данные процедуры в одну avgMP, получаем оценку ОДУ – 2,021 т.

Эта величина ОДУ муксуга больше, чем существующая потребность в изъятии его 1,45 т для искусственного воспроизведения и научных исследований.

Таблица 4.22 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ муксона

Метод	F<FMS Y	Долгосроч- ная Y>0,5Y	B>BMS Y	B>0,5BM SY	B>0,1BM SY	ОДУ, т	Приме- нимость метода
Itarget4	1,00	0,53	0,97	1,00	1,00	0,34	Да
Itarget1_M PA	0,86	0,82	0,83	0,96	1,00	0,47	Да
Itarget3	0,97	0,76	0,93	0,99	1,00	0,48	Да
Itarget1	0,89	0,83	0,83	0,95	1,00	0,48	Да
Itarget2	0,95	0,79	0,90	0,98	1,00	0,48	Да
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	1,51	Да
Ltarget4	0,97	0,67	0,92	0,97	0,99	1,99	Да
Islope3	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	2,21	Да
Islope4	0,58	0,57	0,56	0,67	0,78	2,38	Да
Ltarget3	0,86	0,76	0,81	0,90	0,94	2,48	Да
Ltarget2	0,82	0,75	0,77	0,87	0,92	2,54	Да
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	2,55	Да
Islope2	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	2,61	Да
Ltarget1	0,72	0,72	0,68	0,80	0,88	2,68	Да
LstepCC4	0,88	0,76	0,83	0,91	0,95	2,68	Да
Islope1	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	2,97	Да
CC4	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	2,99	Да
LstepCC3	0,79	0,72	0,75	0,85	0,91	3,07	Да
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	3,40	Да
LstepCC2	0,68	0,64	0,65	0,75	0,84	3,46	Да
LstepCC1	0,59	0,58	0,56	0,68	0,78	3,82	Да
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,83	3,85	Да
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	4,26	Да
Iratio	0,67	0,43	0,60	0,76	0,93	0,56	Нет
ICI2	0,83	0,41	0,79	0,87	0,95	1,14	Нет
ICI	0,91	0,24	0,86	0,92	0,97	1,15	Нет
GB_slope	0,64	0,30	0,60	0,70	0,85	1,24	Нет
SPmod	0,26	0,28	0,23	0,33	0,61	1,48	Нет
SBT1	0,57	0,34	0,54	0,65	0,79	1,50	Нет
L95target	1,00	0,30	0,96	1,00	1,00	2,49	Нет
SPMSY	0,69	0,48	0,64	0,75	0,91	370,8	Нет
AvC_MLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	658,2	Нет
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	661,5	Нет

* – Полужирным начертанием выделены наиболее оптимальные процедуры управления с дополнительным акцентом на недопущение перелова

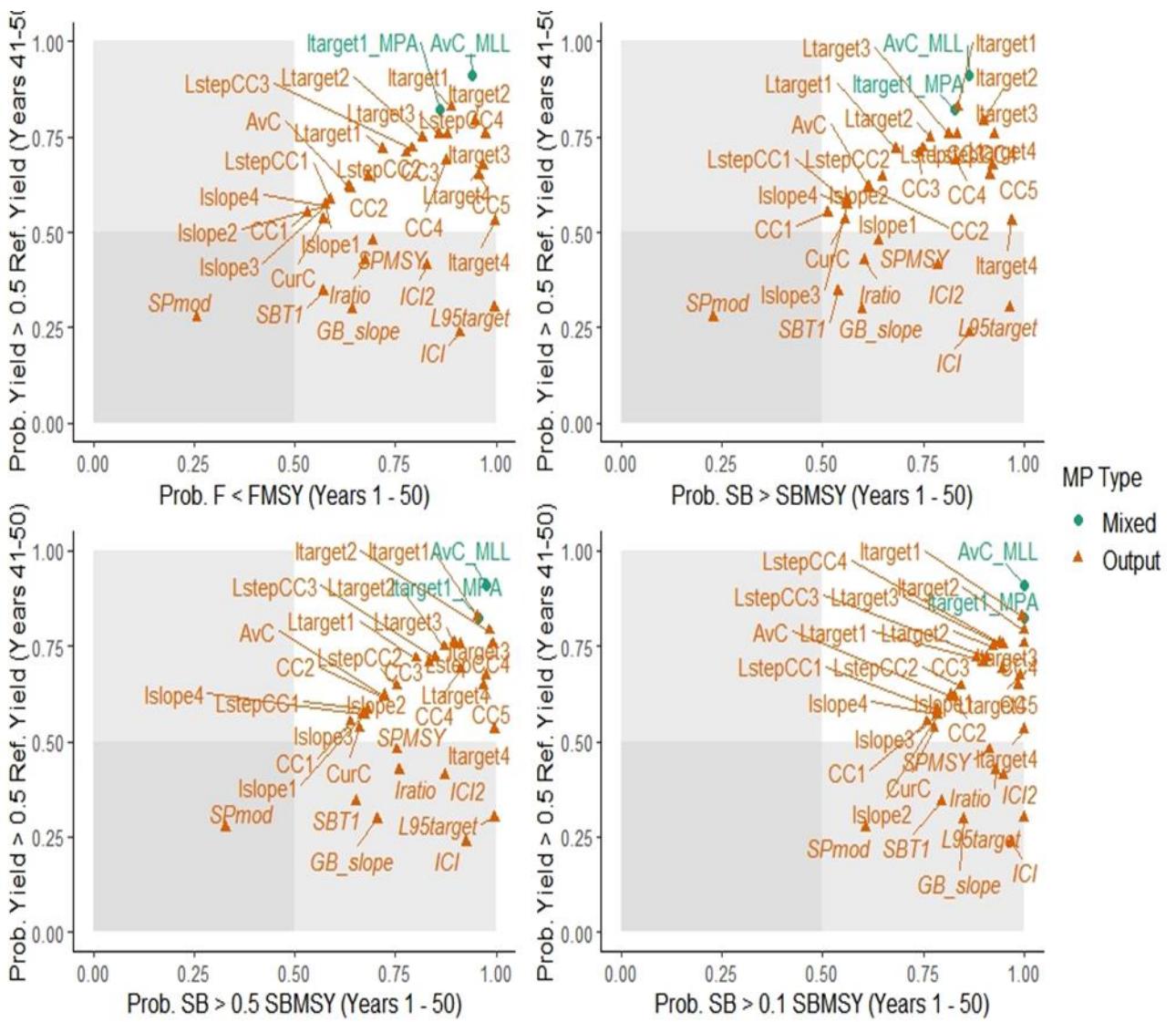


Рисунок 4.34 – Оценка эффективности стратегий управления запаса муксuna

4.4.6 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

В связи с тем, что состояние запасов муксuna угрожающее, необходимо принять меры по увеличению его численности, в особенности – нерестового стада. Увеличение численности можно добиться только снижением интенсивности промысла и расширенным искусственным воспроизводством. В качестве биологических ориентиров могут выступать биологические показатели, приведённые в таблице 4.20 . Средний возраст рыб в промысловых уловах должен находиться в пределах 10–14 лет, а средняя масса – составлять 1350–1800 г. Данные биологические параметры являются хорошими индикаторами состояния промыслового запаса. Кроме того, важным показателем численности стада муксuna является интенсивность его хода в период «вонзя». Вылов за стандартный плав в этот период на контрольном лове должен быть не

менее 50 кг, а оптимальный – более 200 кг. Результаты расчёта ОДУ стратегически должны способствовать повышению продуктивности стада муксун.

Для оценки объективности расчётной величины ОДУ муксун проведён анализ промысловых показателей его запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

ПРП представляет собой формализованное выражение стратегии управления продукцией запаса при помощи ОДУ [8].

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

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы $Y_{prod.}$) от биомассы запаса муксун в последние годы промысла (см. рисунок 4.35).

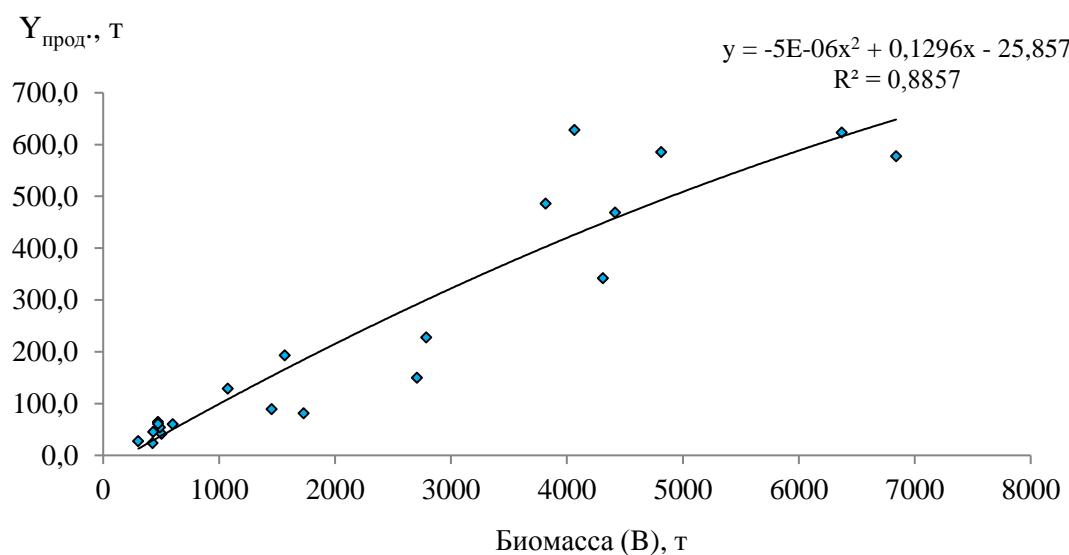


Рисунок 4.35 – Зависимость продукции от биомассы запаса муксун

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$). Поскольку перегиб кривой отсутствует (ранее, особенно в 70-е–80-е годы прошлого века численность была гораздо выше) за данные ориентиры принимаются максимально отмеченные значения биомассы и продукции за последние годы как первый ориентир восстановления запаса. В результате расчётов получено:

$$B_{tr} = 6638 \text{ т},$$

$$C_{tr} = 577 \text{ т}.$$

Эти параметры позволяют рассчитать целевой ориентир по интенсивности промысла ($\varphi_{F_{tr}} = \varphi_{F_{MSY}}$):

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,08 \quad (61)$$

Таким образом, рассчитанные показатели указывают на максимально продуктивную биомассу и величину промысловой смертности, которая достигалась в рассматриваемый последний временной период и при которой промысловое использование запаса муксона будет гораздо эффективнее. При дальнейшем поддержании стратегии удержания запаса муксона на данном уровне система запас-промысел будет находиться в относительно равновесном состоянии с выловом на уровне 500–650 т.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир биомассы запаса B_{lim} указывает на её значение, ниже которой запас муксона не должен опускаться с высокой степенью вероятности, поскольку включённая в эту величину промысловая биомассы биомасса производителей призвана гарантировать восстановление запаса от перелова по пополнению при значительном ограничении или прекращении промысла.

Показатель B_{lim} определён как минимальная наблюдённая биомасса промыслового запаса в годы с относительно благополучным его состоянием и составляет 502 т., включающих в себя и биомассу родительского стада.

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

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,15, \quad (62)$$

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

Определение буферных ориентиров. Буферный (предосторожный) ориентир Вра определяет величину биомассы запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастает риск снижения биомассы до уровня $Blim$. Этот предосторожный ориентир определяется исходя из величины $Blim$ и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 1746 \quad (63)$$

Буферный ориентир по промысловой смертности φ_{Fpa} определялся по уравнению:

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,13, \quad (64)$$

Буферные ориентиры, позволяют своевременно влиять на интенсивность промысла, тем самым предупреждая снижение биомассы запаса до уровня $Blim$.

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.36) можно приступить к расчёту величины ОДУ и регулированию промысла.

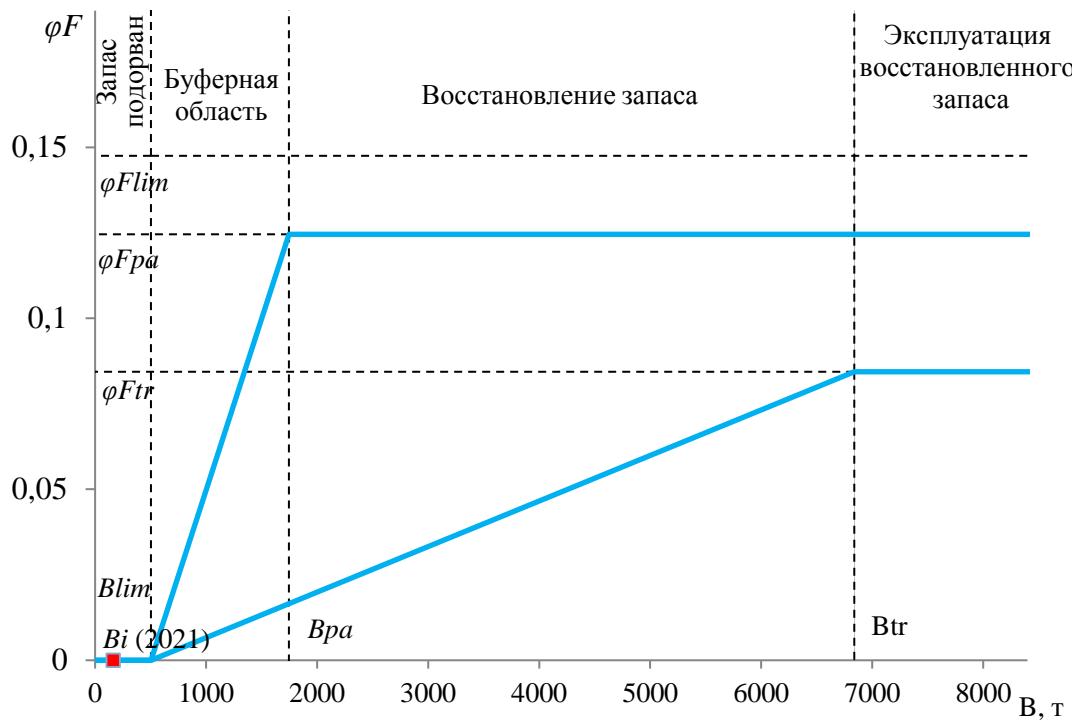


Рисунок 4.36 – Схема ПРП запаса муксунна

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

Запас подорван, полный запрет промысла, $0 \leq Bi \leq Blim$

$$\varphi F_{rec} = 0 \quad (65)$$

Восстановление запаса, $Blim \leq B \leq Btr$

$$\varphi F_{rec} = \varphi F_{tr} \cdot (Bi - Blim) / (Btr - Blim) \quad (66)$$

Эксплуатация восстановленного запаса, $Bi \geq Btr$.

$$\varphi F_{rec} = \varphi F_{tr} = const \quad (67)$$

Рекомендуемая интенсивность промысла (φF_{rec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi F_{rec} = 0 \quad (68)$$

$$ОДУ_{2021} = Bi \times \varphi F_{rec} = 0 \quad (69)$$

Таким образом, по биологическим ориентирам и ПРП на 2021 г. промысел должен быть полностью прекращён (таблица 4.23).

Таблица 4.23 – Расчёт допустимого изъятия муксунна бассейна р. Обь на 2021 г. по биологическим ориентирам и ПРП.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	$\varphi_{F_{tr}}$	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2020}}$, т	$\varphi_{F_{rec}}$	$ОДУ_{i_{2020}}$, т
6838	577	503	74	1746	218	0,08	0,15	0,12	163	0	0

Потребность в производителях для имеющихся мощностей рыбоводных предприятий (ремонта маточных стад и частично – выпуск подрошенной после инкубации молоди) на 2021 г. определена в 0,8 т. Для целей научных исследований необходимо 0,65 т муксуга, а всего ОДУ – 1,45 т, изъятие которых должно скомпенсироваться воспроизводственными работами. Это менее, чем дают расчёты ОДУ методами из пакета DLMTool. Для воспроизводства требуется: в ХМАО – 0,5 т, в ЯНАО – 0,3 т и для научного лова на территории ХМАО – 0,1 т и на территории ЯНАО – 0,55 т.

4.4.7 Рекомендуемая интенсивность промысла

В 2015 г. в связи с низкой численностью на основании Приказа № 441 от 11.11.2014 г. промысел муксуга запрещён (за исключением рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, а также рыболовства в целях его искусственного воспроизводства в водных объектах Тюменской области, включая ЯНАО и ХМАО). В 2016 г. промысел муксуга был разрешён на территории ХМАО почти всеми видами промысла, но официальная статистика вылова оказалась крайне низкая. В 2018-2019 гг. промысел муксуга повсеместно был разрешён только для целей научно-исследовательского лова и воспроизводства. На 2021 г. предлагаем продлить этот запрет и максимально усилить меры по пресечению браконьерства на местах зимовки, в период нагула и на путях миграции вида.

В условиях Обь-Иртышского бассейна самым действенным способом регулирования промысла муксуга является лимитирование промыслового усилия, что эффективно применялось в советское время. Квотирование уловов, как ныне действующая мера регулирования, не должно способствовать превышению установленной величины ОДУ и приводить к дальнейшему сокращению запаса муксуга. В условиях катастрофически сократившейся его численности на первоочередные нужды (слежение за запасами, искусственное воспроизводство) должна изыматься минимально возможная часть продукции его популяции, чтобы оставшаяся её часть обеспечивала прирост запаса.

4.5 Чир

4.5.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза допустимого вылова имеются многолетние данные по биолого-популяционным характеристикам обского полупроходного чира, сведения по промысловым уловам, интенсивности промысла (количеству рыбаков разных рыбодобывающих предприятий), индикаторам численности запаса (уловы на контрольные орудия лова при ежегодной массовой нагульно-нерестовой весенней миграции в Нижнюю Обь после зимовки в Обской губе).

Информационное обеспечение по тазовскому полуупроходному чиру показано в разделе 4.5.3.

Общая характеристика вида. Чир – *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) в Обском бассейне имеет два крупных полуупроходных стада – обское и тазовское. Обское стадо связано с южной частью Обской губы, дельтой Оби, Нижней Обью и её уральскими притоками. По промысловому значению ему несколько уступает чир бассейна Тазовской губы, обитание которого в разные периоды жизненного цикла приурочено к рекам Таз и Пур, а также к целому ряду других рек, впадающих в Тазовскую губу. Кроме того, чир населяет озёра и тундровые реки Ямальского, Тазовского и Гыданского полуостровов. Озёрно-речные стада малочисленны [65, 73]. На Оби чир отмечался до устья Васюгана, а по Иртышу раньше – до устья Тобола, но в настоящее время чир здесь не встречается.

Чир обского стада зимует в северной половине южной части Обской губы. С наступлением лета большая его часть мигрирует в дельту и нижнюю часть Оби. В губе на лето остаётся лишь молодь в возрасте 1–2 лет и определённое количество пропускающих нерест половозрелых особей, которые нагуливаются в прибрежье, заливах, на салмах (мелководьях) южной части губы. Миграцию в речную систему чир начинает с возраста трёх лет. В дельте Оби он появляется обычно вслед за пелядью, но, в отличие от последней, размещающейся по пойменным водоёмам – заливным сорам нижнего течения Оби – нагул чира приурочен, в основном, к протокам этого района. Меньшие концентрации чир образует в глубоководных сорах. На нерест обское стадо чира заходит в реки Ланготюган, Собь, Войкар, Сыню, Северную Сосьву. Небольшая часть производителей нерестится в притоках Обской губы.

Биологическая характеристика. Для оценки состояния запасов обского чира использовался ихтиологический материал, собранный в период «вонзевой» миграции рыбы в районе п. Ямбура в июне 2019 г.

При анализе возрастной структуры обского чира отмечается уменьшение в уловах доли старшевозрастных особей на фоне одновременно низкого пополнения. Третий год подряд доминируют высокоурожайное поколение от нереста 2011 г. и урожайное – от нереста 2010 г. Пополнение особями 3+-4+ лет от нереста 2013-2014 гг., которые в 2020 г должны составить основу уловов, ниже среднего уровня (таблица 4.24).

В уловах плавных сетей в 2019 г. присутствовали рыбы длиной от 23,2 до 41,8 см (средняя 33,2 см) (таблица 4.24).

Масса рыб изменялась от 145 до 1079 г (средняя 598,5 г) (таблица 4.26). Различия по линейным и весовым показателям самцов и самок из уловов сетей характеризовались как несущественные.

Таблица 4.24 – Возрастной состав обского чира, п. Ямбура и п. Салемал июнь, анадромная миграция в р. Обь после зимовки в Обской губе.

Год	Возрастная группа, %											Средневзвешенная		
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	длина, см	масса, г	возраст, год	
2003	3,2	21,0	31,0	20,2	15,4	6,7	1,5	1,0	0,1	-	-	1092	5,5	
2004	2,2	7,9	33,1	32,6	17,3	4,6	2,4	-	-	-	-	852	5,8	
2005	6,3	15,2	23,7	29,5	17,9	6,9	0,4	-	-	-	-	840	5,6	
2006	0,4	5,1	9,6	36,1	29,5	14,1	5,2	-	-	-	-	782	6,5	
2007	2,7	9,7	13,2	22,3	27,3	18,9	6,0	-	-	-	-	645	6,4	
2008	1,6	4,6	21,4	29,5	19,8	15,2	7,9	-	-	-	-	849	6,4	
2009	0,9	12,0	17,8	18,6	15,7	16,0	9,2	6,1	3,1	0,6	-	729	6,7	
2010	3,5	22,4	38,5	22,6	7,4	4,4	1,0	0,2	-	-	-	614	5,3	
2011	3,7	5,8	12,0	22,7	26,5	22,0	6,2	1,2	-	-	-	707	5,6	
2012	2,0	13,6	20,7	32,8	17,2	11,1	2,6	-	-	-	-	605	5,9	
2013	10,4	14,1	26,4	30,7	15,4	2,4	0,6	-	-	-	33,8	577	5,3	
2014	3,3	17,7	31,4	24,6	13,7	7,7	1,3	0,4	-	-	31,5	560	4,6	
2015	26,9	26,4	20,0	13,6	8,9	2,6	1,2	0,5	-	-	34,7	632	4,3	
2016	6,7	55,3	27,7	8,6	1,7	0,1	-	-	-	-	32,6	513	4,4	
2017	4,6	17,0	52,5	22,4	3,0	0,4	0,2	-	-	-	34,1	573	5,0	
2018	1,2	6,4	21,0	39,3	21,4	9,3	1,1	0,4	-	-	34,2	549	6,1	
2019	3,9	25,0	22,6	18,5	20,6	9,8	7,6	0,4	-	-	33,2	598,5	6,3	

Рост чира в 2016 -2017 гг. был неблагоприятным, но по разным причинам. В 2016 г., несмотря на высокую водность, отмечались аномально высокие температуры воды и питание сиговых в проточно-соровой системе р. Обь было малоактивным, что сказалось на низких показателях роста длины и массы тела после зимовки в начале нагула 2017 г. – ниже среднемноголетних и ниже этих показателей в 2015 г.

Таблица 4.25 – Промысловая длина (см) обского чира, п. Салемал, июнь, анадромная миграция в р. Обь после зимовки в Обской губе.

Возраст, лет	Год							Средняя (2013–2019 гг.)
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
2+	27,2	26,2	-	22,7	20	-	24,9	24,2
3+	29,1	29,4	27,4	28,4	23,8	28,8	28,7	27,9
4+	29,6	31,6	29,9	32,4	25,7	31,5	30,7	30,2
5+	35,6	34,8	35,2	34,4	31,8	32,3	33,0	33,9
6+	39,5	37,1	36,3	38,6	35,5	33,6	36,9	36,8
7+	42,5	39,4	39,5	40,3	36	36,5	39,6	39,1
8+	43,8	40,4	40,4	41,3	37,8	37,2	40,9	40,3
9+	-	43,8	42,3	-	38,4	37,4	42,9	41,0
10+	-	-	41,8	-	-	39,4	-	40,6
Средневзвешенная	33,8	31,5	34,7	32,6	34,1	34,2	33,2	33,7

Таблица 4.26 – Масса (г) тела обского чира, п. Салемал, июнь, анадромная миграция в р. Обь после зимовки в Обской губе.

Возраст, лет	Год							Средняя (2013–2019 гг.)
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
2+	265	255	-	128	97	-	-	186
3+	336	320	271	335	170	321	258	287
4+	356	465	370	501	229	413	344	383
5+	656	629	647	713	455	459	468	575
6+	945	765	663	853	626	522	619	713
7+	1237	914	908	910	655	664	700	855
8+	1424	1031	988	1049	767	694	725	954
9+	-	1541	1147	-	777	724	839	1006
10+	-	-	1190	-	-	826	789	935
Средневзвешенная	577	560	632	513	573	549	598,5	572

Низкие показатели роста чира в 2018 г, как итог наблюдавшиеся в июне 2019 г. после зимовки, обусловлены затяжной зимовкой в Обской губе в апреле-июне 2019 г. с дальнейшими поздними сроками подъёма чира из губы в р. Обь на нагул, периода которого оказался сокращённым.

В 2019 г. значительные жировые отложения в брюшной полости у чира отмечались только у рыб в старших возрастных группах, а значение жирности особей чира составило 1 балл – ниже среднего показателя (2 балла).

4.5.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и ихтиомассы обского чира можно использовать различные разработанные когортные модели [11,12,24,57]. Однако серьёзную проблему для их реализации представляет использование искусственно задаваемых коэффициентов естественной смертности, что может привести к значительным ошибкам в расчётах численности рыб. Для их настройки также необходимы показатели селективности промысла, трудно определяемые в условиях Обского бассейна при использовании в промысле сетей и неводов с разным набором ячей, отсутствия данных по соотношению разных орудий лова и отсутствия надёжной статистики вылова по применяемым разнотипным орудиям лова.

Исходя из имеющейся информации, применима вероятностная когортная модель – ВКМ [16,17,22,23,27,59], ранее уже более десяти лет пользующаяся при расчётах запаса и ОДУ обского чира.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову, интенсивности промысла и биолого-популяционным параметрам чира позволяют применить продукционные модели и пакет

методов расчёта допустимого изъятия запаса DLMtool. Основные результаты расчётов представлены в разделе 4.5.4.

4.5.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Чир в бассейне р. Оби является ценным и важным объектом промысла. Основное количество обского чира добывается на рыбоугодьях Аксарковского и Пуйковского рыбозаводов. Лов ведётся плавными сетями во время нагульной и нерестовой миграций, а на некоторых рыбоугодьях – закидными неводами.

К 1969 г. запасы обского чира оказались на низком уровне и после резкого ограничения интенсивности промысла восстановились и стабилизировались, обеспечивая уловы в 1981–1995 гг. на уровне 576–1188 т (в среднем 763 т). В дальнейшем они постепенно снижались, а с 2005 снижение ускорилось. С 2010 г. по настоящее время длится период падения вылова чира до крайне низкого уровня в пределах 50–230 т.

В 2019 г. общий вылов чира в водоёмах Тюменской области составил 285 т (рисунок 4.37) или 98,1 % от общего допустимого изъятия по Тюменской области, включая ОДУ и РВ. Вылов обского чира составил 53,1 т, или 62 % от его ОДУ.

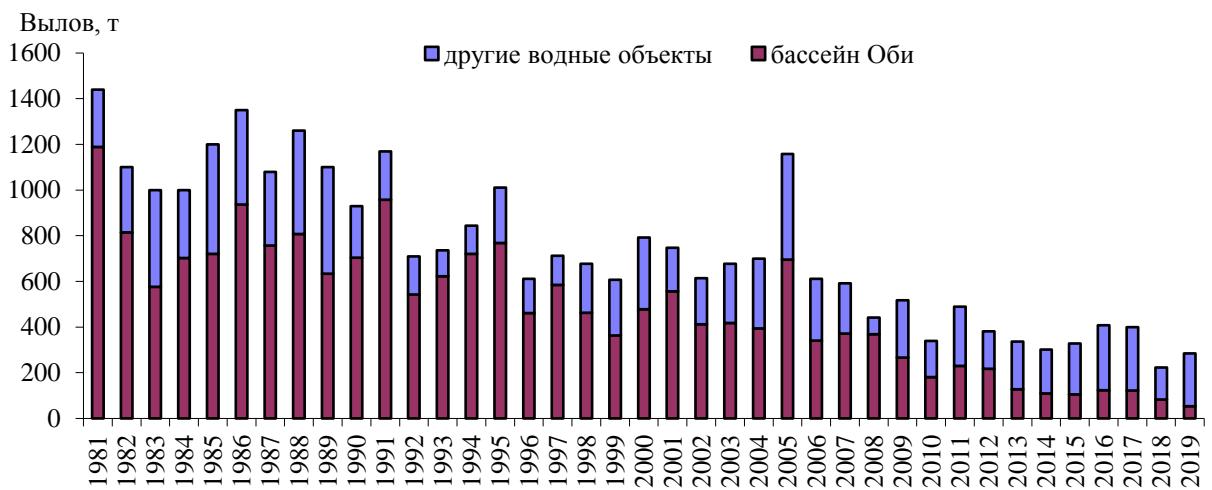


Рисунок 4.37 – Динамика вылова чира в водных объектах Тюменской области

Снижение уловов в последнее десятилетие обусловлено рядом факторов. Основные из них – невысокий темп роста в целый ряд лет из-за неблагоприятных факторов среды, череда мало- и среднеурожайных поколений, чрезмерная нагрузка промышленного лова, а главное – снижение численности стада из-за растущего браконьерства и хищения из промысловых уловов. Как реакция на уменьшение стада чира – снижение его ОДУ для контролируемого официального рыболовства, вынужденного расплачиваться за ННН-промысел.

Динамика запаса. Промысловый запас и прогноз ОДУ обского чира рассчитывали по ВКМ. Динамика его численности и ихтиомассы с начала 2000-х годов, начиная с четырёхлеток, приведена на рисунке 4.38.

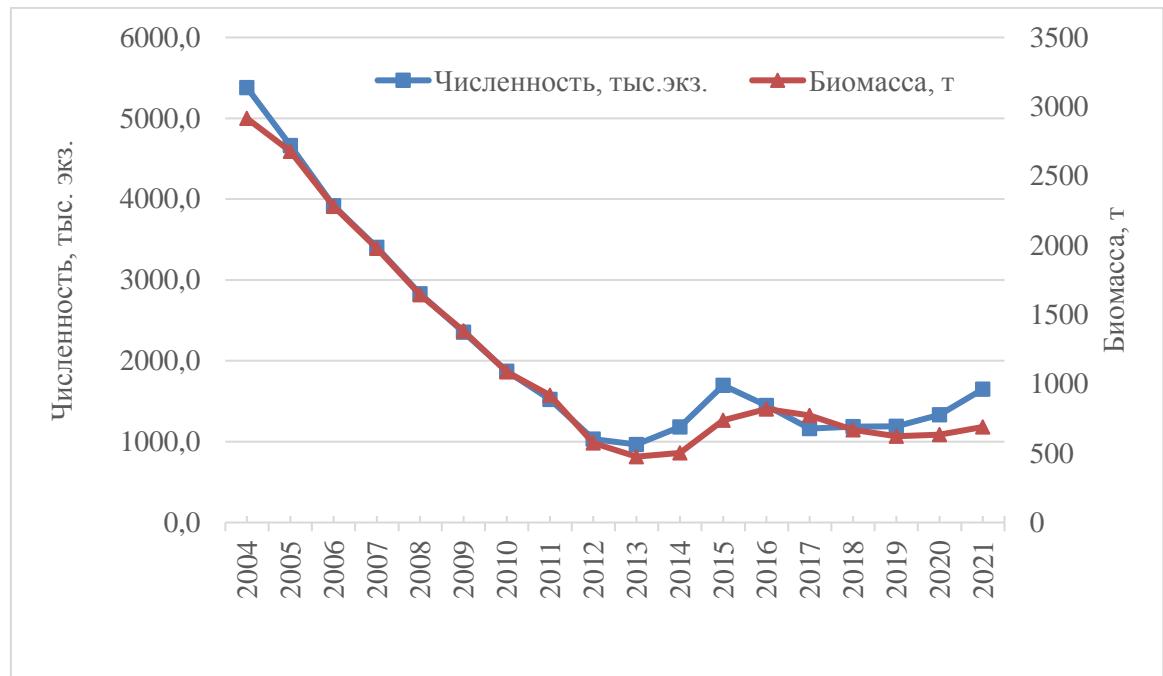


Рисунок 4.38 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада обского чира

После непрерывного падения численности стада чира с 2004 г. по 2013 г. в последующем до 2015 г. численность его несколько возрасла, с последующим понижением в 2016-2017 гг.. В 2018-2019 гг. отмечено некоторое возрастание запаса чира, ожидаемое и в 2020-2021 гг., как результат принимаемых мер по сдерживанию наблюдающегося ННН-промышленства.

4.5.4 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ обского чира на ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1 «Материал и методика»

После базового расчёта численности стада, для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности в возрастных группах по поколениям, предварительно определена форма уменьшения численности чира в разных поколениях с использованием расчётов численности в четырёх точках. В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во-второй – в возрасте максимального вылова генерации; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в

четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливалась в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для обского чира.

Параметры уравнения роста чира по Берталанфи были получены методом Форда-Уолфорда. В качестве исходных данных использовались средние показатели длины его особей за последние пять лет наблюдений. Уравнение имеет следующий вид:

$$L(t) = 66,399 \cdot (1 - e^{-0.0695 \cdot (t+5,2)}), \quad (70)$$

Максимально продуктивный возраст для обского стада чира по расчётом на ВКМ находится в пределах 5+. По методу Алверсона-Карни возраст достижения кульминации ихтиомассы в эксплуатируемом запасе происходит несколько раньше – в 4,56 года ($12 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов представлены в таблице 4.27 4.35и на рисунке 4.39, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z , M , C , N взяты из базового расчёта по ВКМ.

Таблица 4.27 – Усредненные показатели полностью обловленных поколений обского чира

Год поколения	Средние показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C , тыс. экз.	N , тыс. экз.		
2009-2011	4,56	0,78	0,20	14,9	37	12	20

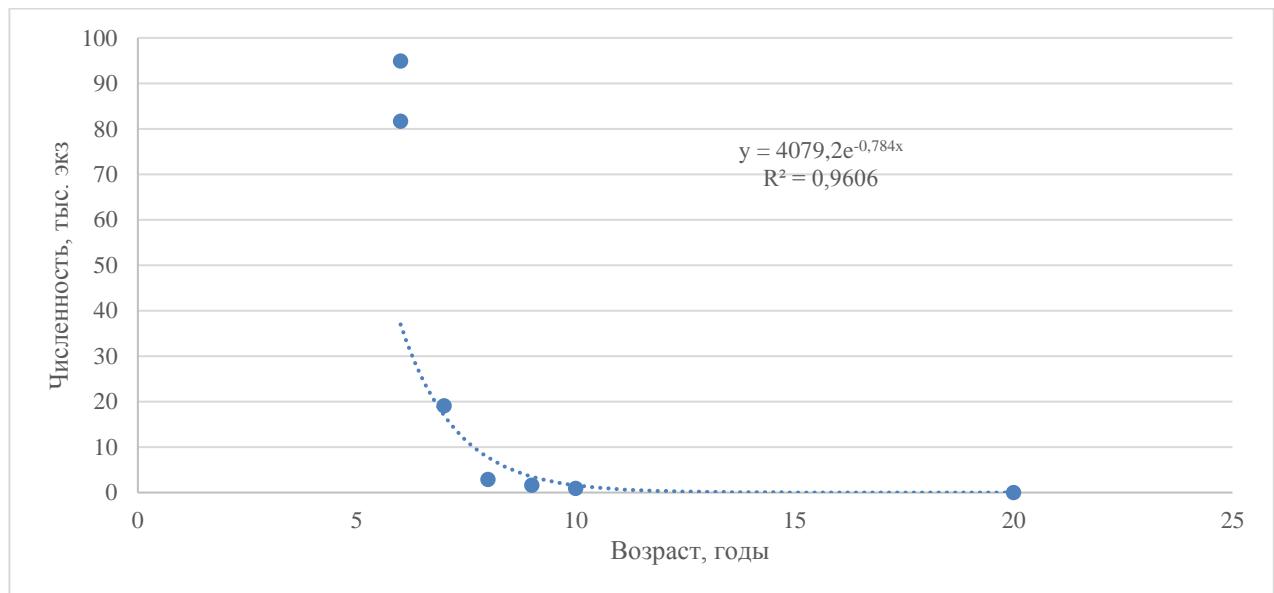


Рисунок 4.39 – Изменение численности обского чира с возрастом

В итоге были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.28 и на рисунке 4.40.

Расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации чира (пример на рисунке 4.41), в том числе и в прогнозные расчёты его ОДУ на 2021 г.

Таблица 4.28 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений (2009-2011 гг.) обского чира

Возраст	Средняя	Ошибка средней
3	0,47	0,04
4	0,21	0,04
5	0,05	0,02
6	0,14	0,02
7	0,53	0,04
8	0,48	0,03
9	0,39	0,00

Для определения ОДУ чира применялся биопродукционный подход как наиболее щадящий для популяции и определяемый как сумма приростов ихтиомассы каждой из возрастных групп с учётом частичной доступности промыслу особей 3+ лет.

В 2021 г. численность промыслового запаса чира прогнозируется в 1634,5 тыс. экз., а ОДУ – всего 88,0 т (таблица **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

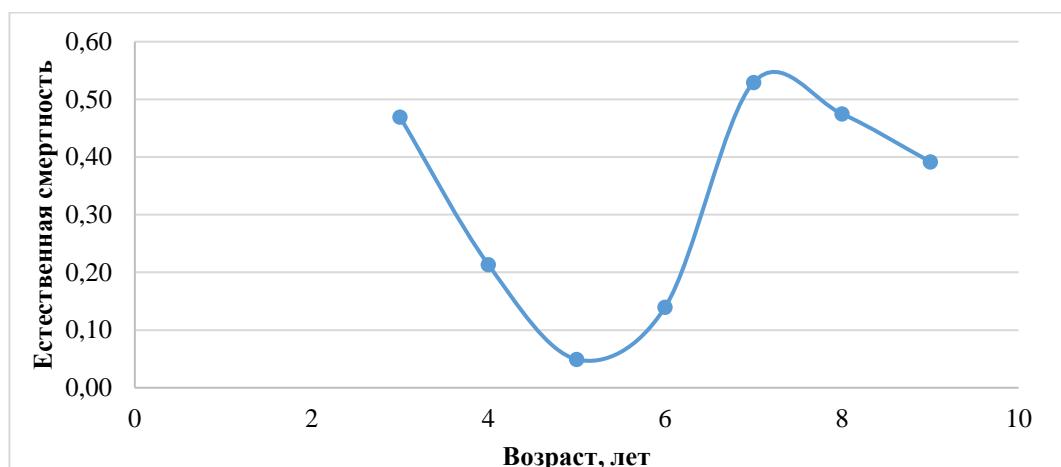


Рисунок 4.40 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам у обского чира

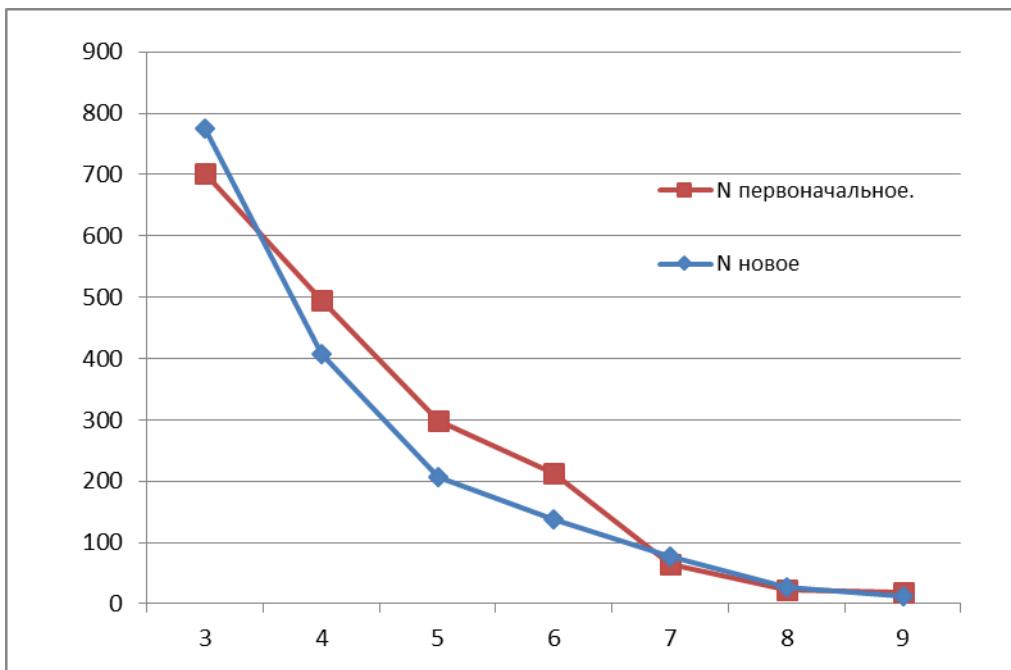


Рисунок 4.41 – Изменение численности генерации обского чира после корректировки.

Таблица 4.29 – Прогноз допустимого изъятия обского чира на 2020 г.

Показатель	Возрастная группа							Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
s	5,47	1,59	1,19	0,62	0,48	0,95	0,55	
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	776,0	408,1	207,0	137,3	77,1	26,4	11,6	1643,5
W _{средн. 2017-2019, г}	310	403	504	623	735	819	893	
средн. ΔW _{инд.} , г,		93	101	119	112	84	74	
B, т	240,77	164,59	104,29	85,53	56,68	21,65	10,34	683,9
Y _{биопрод.} , т	0,9	38,0	20,8	16,4	8,6	2,1	0,9	88,0

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ на запас обского чира выполнена на основании уравнения убыли генерации с учетом улова и выживаемости, приведённой в разделе «Материал и методика». Результаты расчётов приведены в таблице 4.30.

Как видно из таблицы 4.30, расчётная численность и биомасса тазовского чира в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ увеличится, соответственно на 2% и на 1%, то есть реализация ОДУ приведёт к сохранению запаса .

Таблица 4.30 – Оценка влияния допустимого изъятия в 2021 г. на запас обского чира в 2022 г.

Показатель	Возрастная группа							Всего
	3	4	5	6	7	8	9	
M _i	0,22	0,25	0,26	0,26	0,26	0,20	0,25	
C ₂₀₂₁ , тыс. экз.	2,8	94,1	41,3	26,3	11,7	2,7	1,0	180,3
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	776,0	408,1	207,0	137,3	77,1	26,4	11,6	1643,5
N ₂₀₂₂ , тыс. экз.	791,1	448,7	250,9	91,7	38,1	44,8	14,3	1679,7
ср. W _{инд. 2016-2019 гг., г}	260	168	83	55	30	10	893	
B ₂₀₂₁ , т	240,8	164,6	104,3	85,5	56,7	21,6	10,3	683,9
B ₂₀₂₂ , т	245,5	181,0	126,4	57,1	28,0	36,7	12,8	687,5

Кроме того, к имеющейся промысловой статистике и показателям интенсивности промысла могут быть применены различные производственные модели. Входными данными для этих моделей послужили официальный вылов и стандартизированная по основным рыбодобывающим предприятиям (Аксарковский, Горковский, Новопортовский и Пуйковский р/з) численность рыбаков (рисунок 4.42).

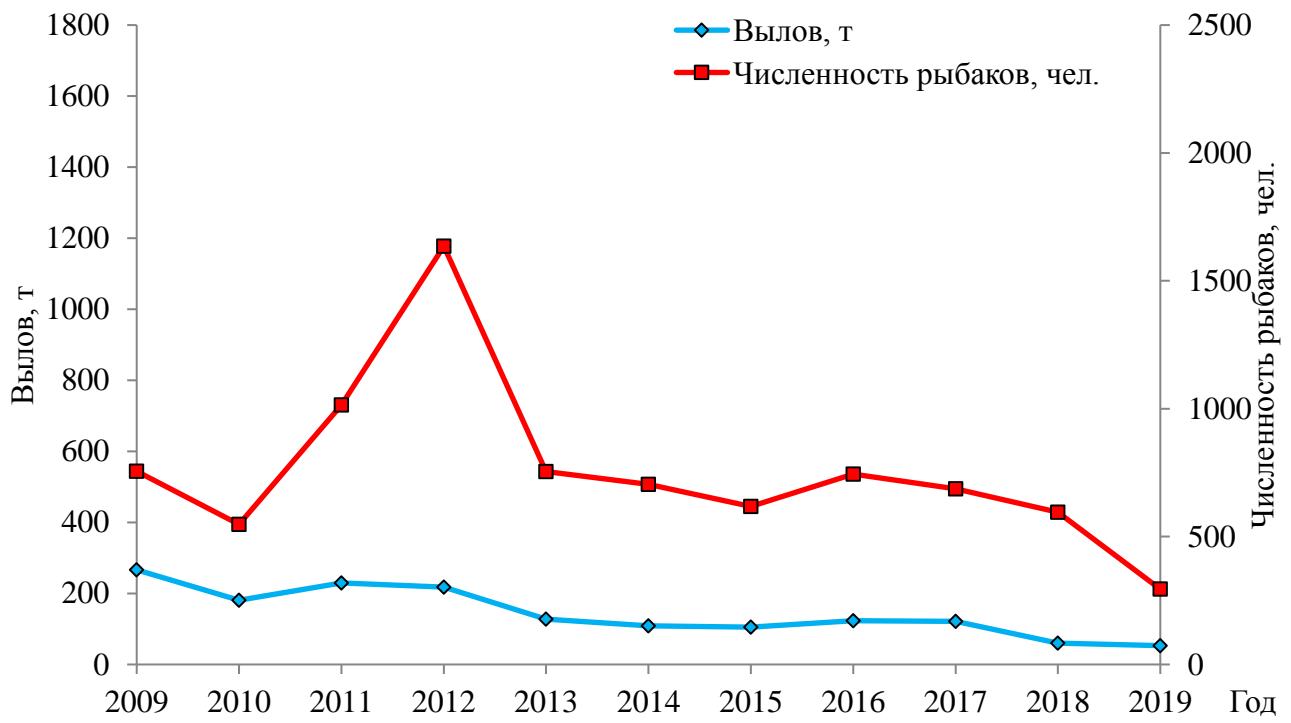


Рисунок 4.42 – Вылов обского чира и стандартизированное количество рыбаков

Результаты использования оптимизационной процедуры указывают на то, что наибольшее приближение к наблюденным данным обеспечивает модель Пелла-Томлинсона с медианной целевой функцией и следующими параметрами:

$$r = 0,37; \quad K = 1193; \quad q = 0,000252; \quad L = 0,026.$$

Настройка ориентиров осуществлялись по следующим параметрам:

$$B_{tr} = B_{MSY}; \quad E_{tr} = E_{MSYst}; \quad B_{lim} = 0,5B_{MSY}$$

Продукционная кривая изображена на рисунке 4.43. Значения биологических ориентиров управления, оцененные с помощью модели Пелла-Томлинсона, составляют:

$$B_{MSY} = 598 \text{ т}; \quad MSY = 111 \text{ т.}$$



Рисунок 4.43 – Продукционная кривая запаса обского чира

При определении величины ОДУ использовано адаптивное ПРП с линейно-кусочной функцией (рисунок 4.44). При использовании данной схемы ПРП $F_{MSY} = 0,19$

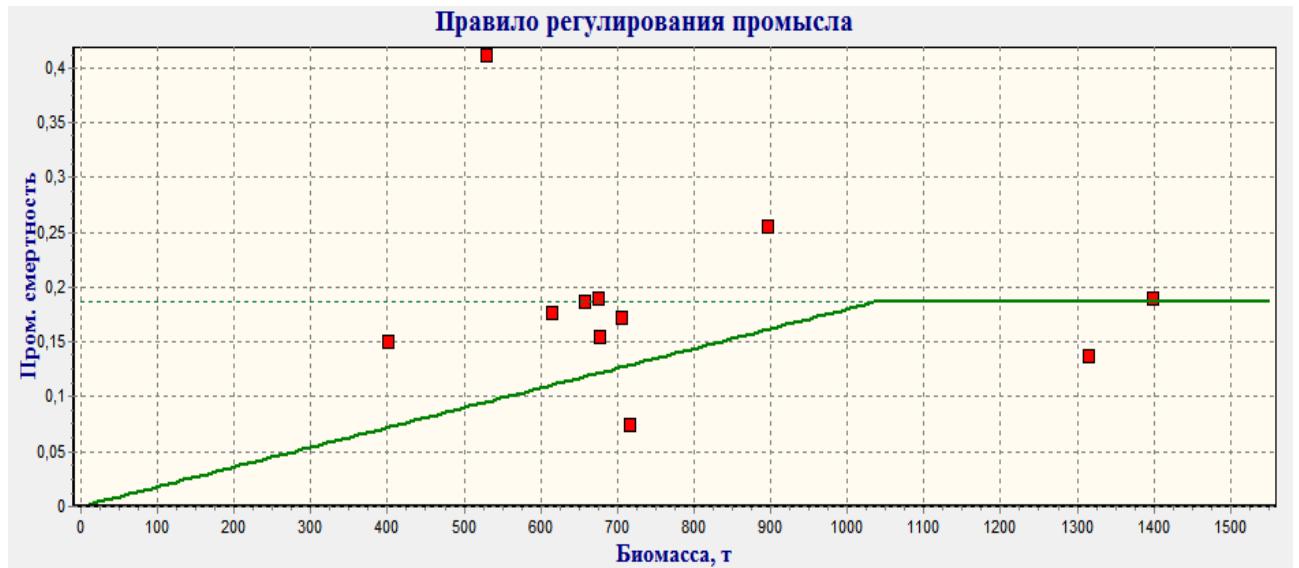


Рисунок 4.44 – Правила регулирования промысла запаса обского чира бассейна

Таким образом, при использовании модели Пелла-Томлинсона с медианной целевой функцией и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид (таблица 4.88):

Таблица 4.31 – Показатели запаса обского чира по продукционной модели Пелла-Томлинсона

Время восстановления, лет	Ср. прогнозная B , т	Средний прогнозный улов, т	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Улов прогнозный к ретроспективе	$P B_{npoz} < B_{lim}$	$P C_{npoz} < C_{lim}$	B_{2021} , т	ОДУ, т
1	645,2	76,6	0,9	0,5	0	0,14	680	85

В соответствии с принятым ПРП величина ОДУ на 2021 г. для запаса обского чира составляет 85 т.

Необходимо отметить, что биомасса запаса обского чира в 2021 г. полученная по производственной модели составила – 680 т, оценка ОДУ – 85 т, а по ВКМ – 692 и 88 т соответственно. Данные величины близки и позволяют судить о правильности проводимых расчётов на ВКМ.

В качестве альтернативной схемы расчета величины ОДУ запаса обского чира использовался пакет методов DLMtool. Входными данными послужили: официальная статистика вылова и индекс численности (индекс обилия).

В качестве индекса численности использовался стандартизованный показатель вылова за плав чира из ежегодных учётных научных съёмок, проводимых в период анадромной – «вонзевой» – миграции сиговых рыб в р. Обь из Обской губы (таблица 4.27). Данный показатель коррелирует ($r = 0,58$) с рассчитанной ранее по ВКМ численностью обского чира и соответственно отражает динамику запаса (рисунок 4.45).

Таблица 4.32 – Средний вылов обского чира за плав (кг) при контролльном лове за ряд лет, «вонзь», п. Ямбура, май-июнь

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Улов за плав, кг	6	33	35	17	25	13	5	21	8	2	8	7	5	5	7,4	8,1	5,8	17	34

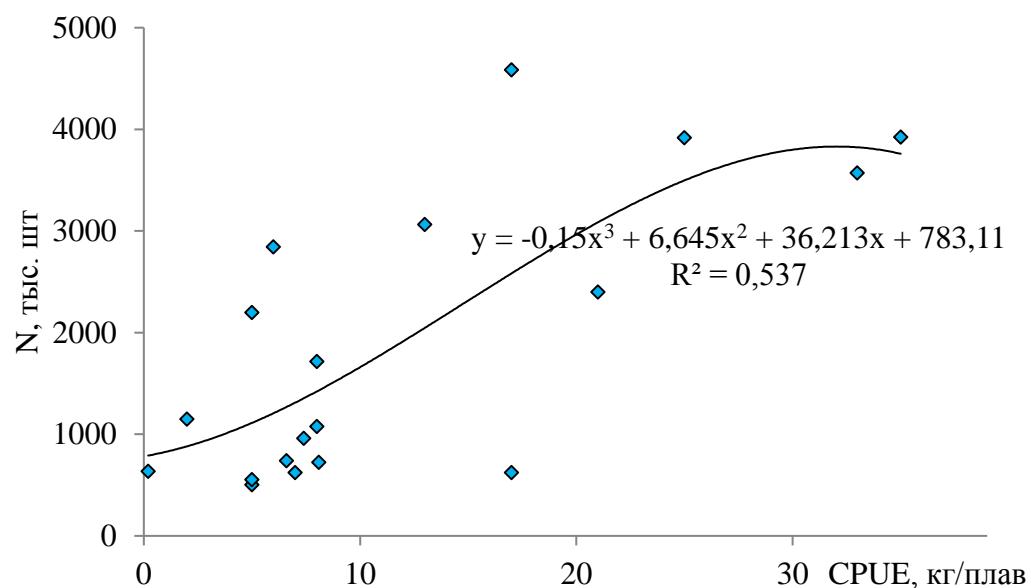


Рисунок 4.45 – Зависимость вылова за плав от численности промыслового запаса обского чира, 2001–2019 гг.

Исходная информация, помещённая в пакет методов DLMtool, отражена на рисунке 4.46.

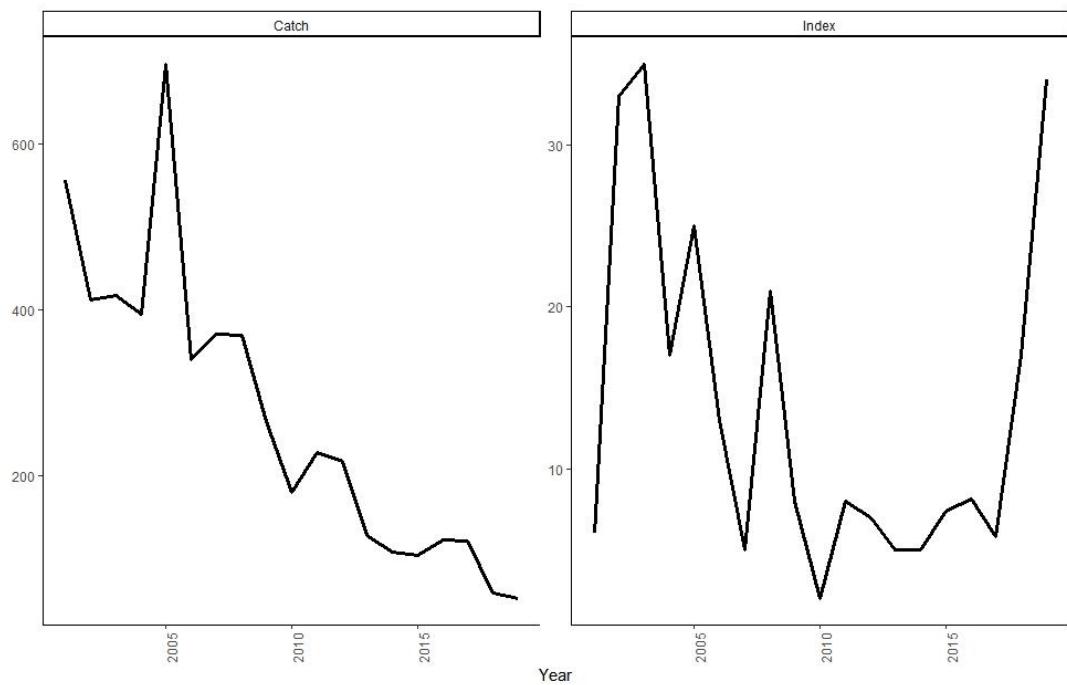


Рисунок 4.46 – Входная информация для расчета ОДУ обского чира для пакета DLMtool

К имеющимся входным данным может быть применено 22 процедур управления запасом с диапазоном оценок от 44,9 до 278,9 т (рисунок 4.47).

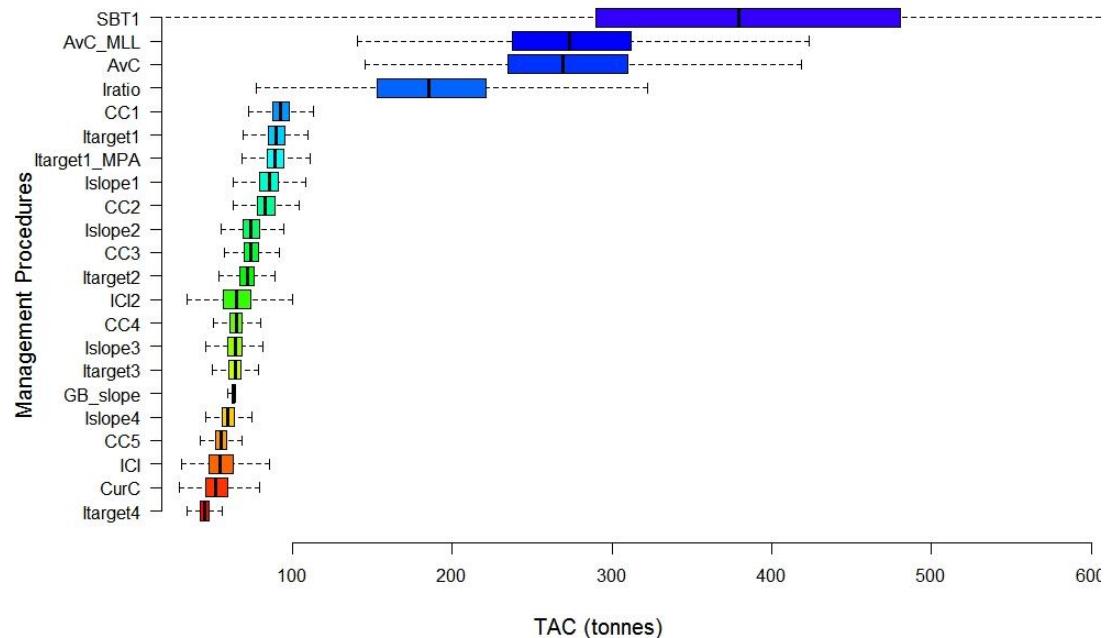


Рисунок 4.47 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу обского чира

Для доступных схем определения величины ОДУ обского чира проведен анализ эффективности стратегий управления на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.33, рисунок 4.48).

Так как запас обского чира находится на гораздо низком производственном уровне, чем в начале 2000-х годов (см. рисунок 4.38 и использование в расчетах процедур AvC, AvC MLL (определяющих ОДУ как некий средний вылов) может привести к подрыву запаса, то применение данных процедур не целесообразно.

Таблица 4.33 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ обского чира

Метод	$F < F_{MS}$ Y	Долгосрочная $Y > 0,5Y$	$B > B_{MSY}$	$B > 0,5B_{MS}$ Y	$B > 0,1B_{MS}$ Y	ОДУ, т	Применимость метода
Itarget4	1,00	0,53	0,97	1,00	1,00	44,9	Да
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	51,6	Да
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	55,2	Да
Itarget3	0,97	0,76	0,93	0,99	1,00	63,9	Да
Islope3	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	64,3	Да
CC4	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	64,6	Да
Itarget2	0,95	0,79	0,90	0,98	1,00	71,6	Да
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	73,8	Да
Islope2	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	74,1	Да
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,83	82,9	Да
Islope1	0,58	0,57	0,56	0,67	0,79	85,3	Да
Itarget1_MPA	0,86	0,82	0,83	0,96	1,00	89,2	Да
Itarget1	0,89	0,83	0,83	0,95	1,00	89,6	Да
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	92,2	Да
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	268,9	Да (нечелесообразно)
AvC_MLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	273,7	Да (нечелесообразно)
ICI	0,91	0,24	0,86	0,92	0,97	54,9	Нет
Islope4	0,58	0,57	0,56	0,67	0,78	59,4	Нет
GB_slope	0,64	0,30	0,60	0,70	0,85	63,6	Нет
ICI2	0,83	0,41	0,79	0,87	0,95	64,9	Нет
IRatio	0,67	0,43	0,60	0,76	0,93	185,4	Нет
SBT1	0,57	0,34	0,54	0,65	0,79	378,9	Нет

Исходя из результатов проведенной диагностики (таблица 4.33, рисунок 4.48) для оценки величины ОДУ муксун может быть использовано 14 процедур управления с диапазоном оценок ОДУ от 44,9 до 92,2 т.

Наиболее приоритетными процедурами являются: Itarget1, Itarget2, Itarget3, Itarget1_MPA. Скомпилировав данные процедуры в одну avgMP получаем оценку ОДУ – 78,7 т.

Таким образом, исходя из проведенных расчетов в пакете DLMTools, вылов в 2021 г. 78,7 т обского чира не приведет к сокращению запаса, при этом величина ОДУ может быть установлена в диапазоне 44,9 – 92,2 т.

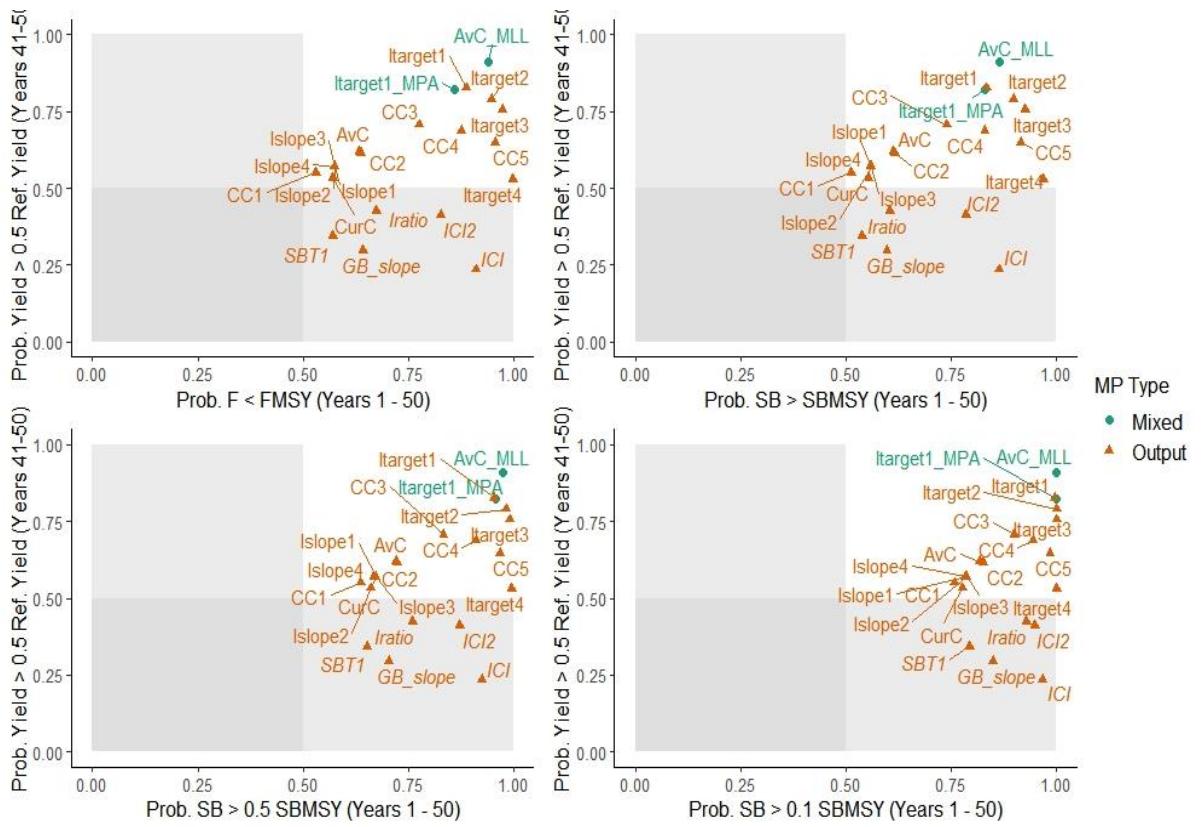


Рисунок 4.48 – Оценка эффективности стратегий управления запасом обского чира

4.5.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров могут выступать биологические показатели чира в уловах при благополучном состоянии запасов его стада. Средний возраст рыб должен находиться в пределах 8–10 лет, а средняя масса составлять 900–1100 г. Кроме того, важнейшим биологическим параметром является численность рыб. Вылов чира за плав плавными сетями с ячейй 60-70 мм в период контрольного лова (таблица 4.27) должен быть не менее 25–35 кг, а оптимально, судя по уловам в 80-е годы XX века, при высоком уровне запаса – до 50–100 кг за плав.

Для оценки сценариев управления промыслом, исходя из прогнозируемой по ВКМ и продукционной модели Шефера (по программному комплексу ACPLIC) величины ОДУ чира проведён анализ промысловых показателей его запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

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 (φ_F).

Определение целевых ориентиров. Ретроспективный расчёт промыслового запаса обского стада чира по ВКМ показал, что его биомасса в годы максимальной продуктивности (конец 70-х – начало 80-х годов прошлого столетия) находилась в районе 5000–6000 тонн. В последние годы биомасса запаса меньше 1000 т (см. рисунки 4.38 и 4.49). Предлагается стратегия восстановления запаса чира до более продуктивного состояния, которая разбита на ряд условных этапов-периодов, в каждом из которых биомасса промзапаса увеличивается до 1000 т. Поэтому, B_{tr} на ближайшие годы определена в эту величину, позволяющую обеспечить вылов около 190 т (рисунок 4.49).

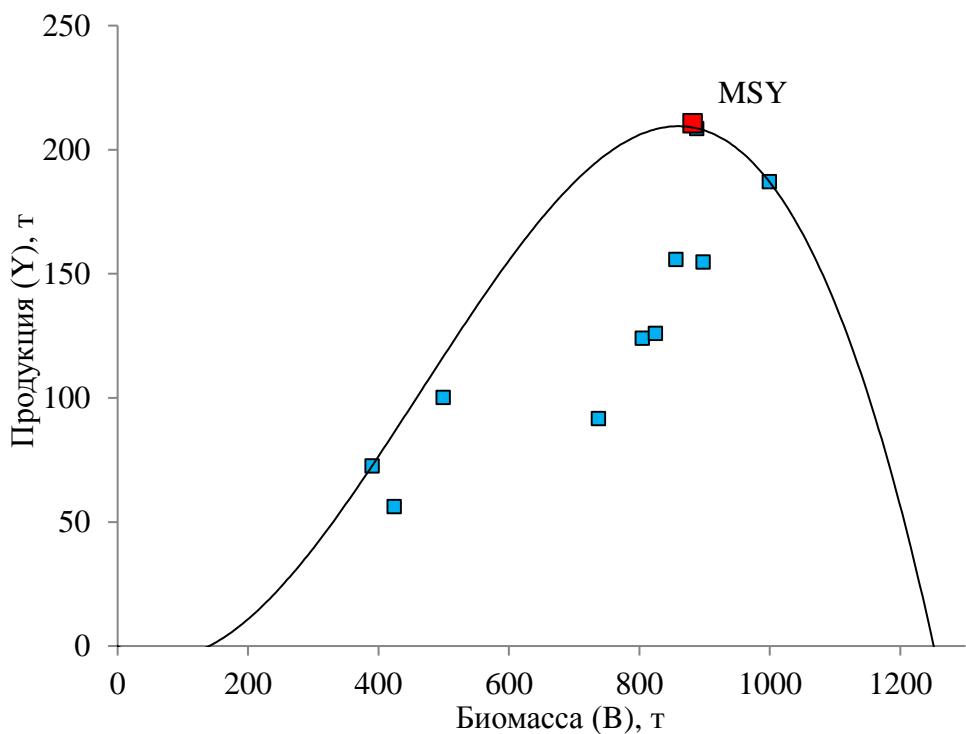


Рисунок 4.49 – Зависимость продукции от биомассы запаса обского чира

$$B_{tr} = 881,9 \text{ т},$$

$$C_{tr} = 210,6 \text{ т}.$$

Полученные параметры позволяют рассчитать целевой ориентир по интенсивности промысла ($\varphi_{F_{tr}} = \varphi_{F_{MSY}}$):

$$\varphi_{F_{tr}} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,239 \quad (71)$$

При дальнейшем удержании выбранной стратегии система запас-промысел будет восстанавливаться до всё более продуктивного уровня.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} указывает на величину биомассы промзапаса, уменьшение которой приведёт к подрыву нерестовой его части. Эта минимальная биомасса промзапаса, обеспечивающая его восстановление при прекращении промысла, определена в размере 238,5 т.

Интенсивность промысла ϕ_{Flim} в данном случае не что иное, как величина чрезмерной промысловой нагрузки, вследствие чего запас не прирастает, а его воспроизводственный потенциал находится на грани подрыва и определяется исходя из уравнения:

$$\phi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{N_{lim}} = 0,318 \quad (72)$$

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир по биомассе B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 378,6 \quad (73)$$

Буферное значение интенсивности промысла ϕ_{Fpa} определялось исходя из уравнения:

$$\phi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{N_{pa}} = 0,254 \quad (74)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса можно рассчитать ОДУ и разработать ПРП для расчёта по ВКМ (рисунок 4.50).

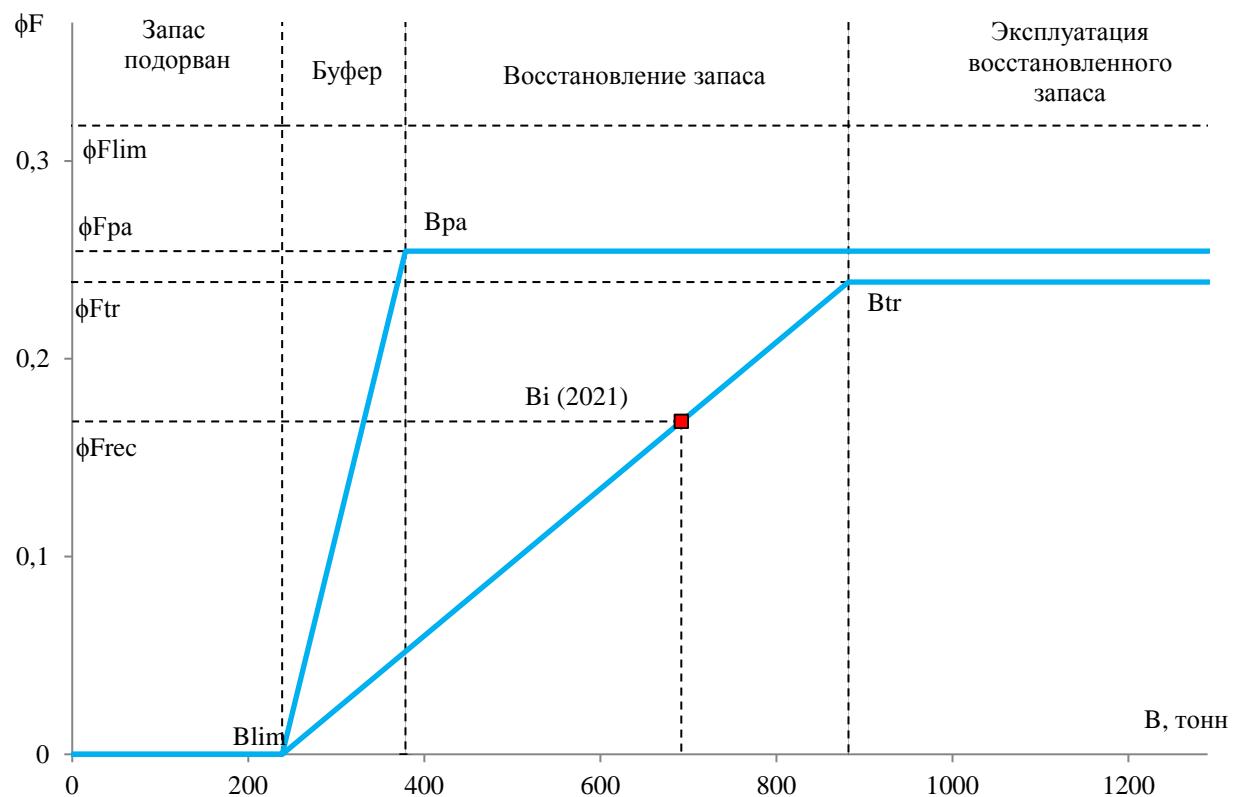


Рисунок 4.50 – Схема ПРП запаса обского чира

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла чира, тактика управления запасом разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

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

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

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

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}},$$

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

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

Исходя из рассчитанной величин биомассы запаса 692 т (ВЗР), можно заключить, что запас обского чира в текущий момент находится в области восстановления до уровня максимальной продуктивности. Следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,168 \quad (75)$$

Результаты расчетов отражены в таблице 4.34

Таблица 4.34 – Расчёт допустимого изъятия чира бассейна р. Обь на 2021 г. по биологическим ориентирам и ПРП

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	φ_{Ftr}	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2021}}$, т	φ_{Frec}	$ODU_{i_{2021}}$, т
881,9	210,6	238,5	75,8	378,55	96,3	0,239	0,318	0,254	692	0,168	116

Таким образом, получен ряд оценок величины ОДУ для запаса обского чира с диапазоном значений от 44,9 до 92,2 т (DLMtool) и точными оценками: ВКМ – 88 т, по ПРП предосторожный подход – 116 т. В соответствии с этими оценками рекомендуемая величина ОДУ может быть установлена по промежуточной оценке, полученной по модели ВКМ равная 88 т.

Учитывая исследования предыдущих лет в северных регионах ЯНАО [62–63, 75, 88, 89] эксперто определены объемы ОДУ чира в слабо изученных и мало облавливаемых удаленных реках – 20 т, и озерах Ямальского, Тазовского и Красноселькупского районов – 49 т.

Также эксперто, на основе данных об уловах предшествующих лет, определена величина РВ чира в эстуариях Карского моря (Обской, Байдацкой, Гыданской и Юрацкой губах) в размере 7 т. Доля вылова из тазовской и обской популяций в губах и реках, а также распределение объемов допустимого изъятия по Субъектам Федерации определены на основании достигнутого соотношения уловов.

4.5.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

Для освоения ОДУ чира рекомендуется ограничение промыслового усилия по количеству рыбаков и орудий лова (таблица 4.35).

В частности, в ЯНАО среднегодовое количество рыбаков на промысле этого вида (вместе с другими видами) не должно превышать 246 человек, а на территории ХМАО – 56 человек.

Для рационального использования запасов чира рекомендуется придерживаться среднегодовых значений участия на промысле орудий лова. Предлагаемое годовое промысловое усилие не позволит превысить ОДУ, что важно для выбранной стратегии на восстановление запаса вида (таблица 4.35).

Таблица 4.35 – Рекомендуемое среднегодовое количество рыбаков и орудий лова при промысле чира в 2021 г.

Субъект	Водный объект	Квота, т	Орудие лова	Доля вылова на орудие промысла	Улов, т	Вылов на орудие лова, т	Кол-во орудий	Вылов на рыбака, т	Кол-во рыбаков
ЯНАО	озёра	31	ст. сети	0,7	21,7	0,121	192	0,29	246
			неводы	0,3	9,3	1,8	5		
	реки	40,5	стреж. невода	0,25	10,13	10,13	1		
			неводы	0,3	12,2	2,4	5		
			плав. сети	0,44	18,23	0,072	249		
ХМАО	реки	13,5	стреж. невода	0,2	2,7	2,7	1	0,241	56
			невода	0,3	4,1	1,4	3		
			плав. сети	0,6	6,8	0,059	129		

Примечание: плавная сеть длиною 75 м, ставная сеть длиною 25 м, невод длиною не более 300 м, стрежевой невод более 300 м

Установление режима рыболовства необходимо учитывать при выдаче разрешений на лов рыбы и доведения его до каждого пользователя ВБР.

Следует отметить, что только регулированием интенсивности промысла чира сложно восстановить его численность. Необходимы меры по пресечению браконьерства на нерестилищах, зимовках и путях миграции вида. Кроме того, восстановительным мероприятием должно стать искусственное его воспроизводство.

Таким образом, общая величина допустимого изъятия чира по Тюменской области, включая автономные округа, на 2020 г. составила – 208 т, из них в ОДУ Обском бассейне 85,0 т: в реках – 54 т, в озёрах – 31 т, ОДУ в Тазовском бассейне 38 т: в реках – 33 т, в озёрах – 5 т, РВ в Тазовской губе – 48 т. ОДУ в прочих бассейнах 30 т: реки – 24 т, озёра – 6 т, РВ в Обской, Байдарацкой, Гыданской и Юрацкой губах – 7 т.; т. Общий ОДУ в реках – 111 т, в озерах – 42 т. Всего ОДУ в водных объектах Тюменской области – 153 т, РВ в губах – 55 т.

Распределение ОДУ чира в размере 153 т по Субъектам Федерации следующее: в ЯНАО 139,5 т из них для аквакультуры в целях сохранения ВБР 10 т в озерах ЯНАО – 42 т, в реках ЯНАО – 97,5 т (в реках Обского бассейна 40,5 т, в реках Тазовского бассейна – 33 т, в прочих – 24 т); в реках ХМАО 13,5 т из них – 10 т для целей аквакультуры и сохранения ВБР.

4.6 Пелядь

Общая характеристика вида. Пелядь – *Coregonus peled* (Gmelin, 1792) – типично пресноводный представитель рода сиговых, не выходящий в осолонённые зоны в ареале. В Обь-Иртышском бассейне образует различные таксономические группировки – озёрные, речные, полупроходные. Два крупнейших полупроходных стада пеляди – обское и тазовское – имеют важнейшее промысловое значение, являясь базовыми для рыбной промышленности ЯНАО и ХМАО.

Нагул обской полупроходной пеляди происходит в основном в мелководных, хорошо прогреваемых водоёмах поймы Нижней Оби – сорах, заливаемых весенне-летним паводком. Осенью пелядь скатывается в Обскую губу на зимовку. Личинки с мест нереста выносятся паводковыми водами в соры, протоки. Осенью подросшая молодь скатывается в Обскую губу, где частично продолжается её нагул и происходит зимовка, а весной она вновь в значительном количестве заходит на нагул в соры Нижней Оби. При достижении половой зрелости пелядь мигрирует на нерест в Среднюю Обь и нерестовые притоки Нижней Оби, берущие начало с Уральских гор. После икромёта часть производителей остаётся зимовать в районах нерестилищ, а другие – скатываются в Обскую губу. Из Оби и Северной Сосьвы, где условия зимовки благоприятные, осенью скатывается меньшая часть производителей. Скат из рек Сыня, Войкар и Собь более интенсивный.

Скатившиеся после нереста рыбы зимуют в Обской губе, а весной вместе с пополнением частью вновь выходят на нагул в соры Нижней Оби, а частью могут оставаться в эстуарии. Некоторая часть половозрелых особей пеляди, поднявшись на нерест в притоки Оби, в последующие годы совершает лишь незначительные по протяженности миграции и не уходит на зимовку в Обскую губу, образуя жилые группировки.

Пелядь – среднеклассовый вид, в значительных количествах нерестится не ежегодно с пропуском в один год. Имеет значительные колебания урожайности пополнения, изменением плодовитости и темпом роста сильно откликаясь на гидрологические и гидротермические условия.

4.6.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для прогноза ОДУ обской полупроходной пеляди имеются многолетние данные биологических показателей, промысловых уловов, интенсивности промысла (количество рыбаков).

Биологическая характеристика. Материалы для изучения биологических параметров пеляди р. Обь более пятидесяти лет собираются в период анадромной миграции – «вонзя» –

сиговых видов рыб из Обской губы в пойменно-соровую систему Нижней Оби на летний нагул.

В 2019 г. в промысле доминировали среднечисленные поколения от нереста 2011- 2012 гг., уже обеспечившие рост уловов в 2015–2016 гг. Поколение 2013 г. рождения по численности ожидается ниже среднего уровня от производителей, созревших в крайне неблагоприятном 2012 г. Пополнение 2014 г. рождения ожидается на уровне около среднего, и в 2020 г. прогнозируется снижение численности и биомассы пеляди средних и старших возрастов (таблица 4.36).

Таблица 4.36 – Возрастной состав пеляди Нижней Оби (Ямбурга, сети 36-40 мм, май-июнь)

Годы	Возрастные группы, %									Ср. длина, см	Ср. масса, г	Кол-во, экз.
	2	3	4	5	6	7	8	9				
2000	-	3,8	13,2	38,6	26,0	14,4	4,0	-	29,1	341	1614	
2001	-	2,5	33,2	29,3	18,5	13,2	3,1	0,1	29,8	374	2206	
2002	-	7,6	30,0	38,0	15,3	6,9	1,7	0,5	29,2	343	1328	
2003	-	0,3	2,3	22,0	43,8	22,6	9,0	-	28,8	356	1094	
2004	-	-	15,0	48,5	29,0	6,6	0,9	-	29,0	336	2408	
2005	-	-	8,7	36,9	43,5	8,3	1,6	1,0	28,0	297	1520	
2006	-	0,2	10,8	27,1	36,8	24,6	0,5	-	28,3	276	2740	
2007	-	0,3	12,6	27,1	39,1	19,3	1,6	-	27,4	262	2063	
2008	-	-	19,2	30,6	31,7	18,1	0,4	-	28,1	274	2163	
2009	-	1,1	25,4	54,1	17,4	1,7	0,2	-	27,9	299	2183	
2010	-	0,2	8,0	55,0	32,2	4,1	0,5	-	27,2	275	2075	
2011	-	0,9	11,2	48,5	32,8	6,4	0,2	-	26,9	272	1467	
2012	-	0,7	17,0	37,5	28,4	14,0	2,4	-	28,7	285	1564	
2013	0,8	7,8	17,9	36,9	24,8	9,3	2,3	0,2	27,6	280	1012	
2014	-	2,0	37,9	38,8	17,5	3,2	0,5	0,2	26,7	266	1324	
2015	0,3	3,3	51,8	25,5	17,0	1,5	0,4	0,2	27,2	274	1468	
2016	-	0,9	56,6	26,8	10,3	4,2	1,1	-	26,7	266	1867	
2017	-	0,1	6,9	54,3	30,2	6,0	2,4	0,1	28,6	310	1798	
2018	-	-	1,2	14,7	61,4	19,5	3,1	0,2	29,6	331	2187	
2019		0,1	4,4	10,8	39,2	38,5	6,8	0,1	29,6	352	1825	

В 2019 г. в популяции пеляди в три раза преобладали самки, чего ранее никогда не наблюдалось (таблица 4.37).

Таблица 4.37 –Процентное соотношение самок и самцов пеляди р. Обь в 2019 г.

Возраст, лет	Самки	Самцы	Оба пола
4	40,0	60,0	2,0
5	65,0	35,0	16,0
6	66,7	33,3	52,8
7	89,3	10,7	22,4
8	93,3	6,7	6,0
9	100,0	0,0	0,8
В целом	75,7	24,3	100

В 2019 г. отмечались рыбы длиною от 23,8 до 36,0 см (в среднем 29,6 см), модальной размерной группой явились особи длиной 26 см. Масса рыб в уловах изменялась от 178 до 562 г. Средняя масса рыб составила в 2018 г. – 327,8 г, в 2019 г. – 352 г. (таблица 4.36).

4.6.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и ихтиомассы обской пеляди можно использовать различные когортные модели [11, 12, 24, 57]. Однако использование искусственно задаваемых коэффициентов естественной смертности в них может привести к значительным ошибкам в расчётах численности рыб. Для настройки современных когортных моделей [57] к тому же необходимы индексы численности, селективности и показатели интенсивности промысла. В условиях Обского бассейна оценки интенсивности и усреднённой селективности промысла разнотипными орудиями лова невозможны, а надёжная статистика их количества и объёма вылова ими отсутствует.

Исходя из имеющейся информации, применима вероятностная когортная модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 59], использующаяся уже более десяти лет при расчётах запаса и ОДУ обской пеляди.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову и интенсивности промысла пеляди для расчёта ОДУ позволяют применить производственные модели. Основные результаты расчётов представлены в разделе 4.6.4.

4.6.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Варьирование уловов пеляди объясняется, в первую очередь вступлением в промысел различных по уровню урожайности поколений, что в значительной мере определяется гидрологическим режимом Оби.

Уровень водности в Обь-Иртышском бассейне также имеют определённый, не строгий циклический характер. Периоды высокой водности сменяются средне- и маловодными годами. Длительность периодов варьирует. В свою очередь разный уровень водности, продолжительность залития поймы Оби влияют на сроки нагула пеляди, эффективность её роста, величину плодовитости, а также успешность промысла, что отражается в значительном размахе колебаний уловов пеляди.

Падение интенсивности промысла в конце 80-х – начале 90-х годов привело к резкому снижению уловов пеляди. Минимальный вылов обской пеляди был отмечен в 1992 г. и составил 122 т (рисунок 4.51).

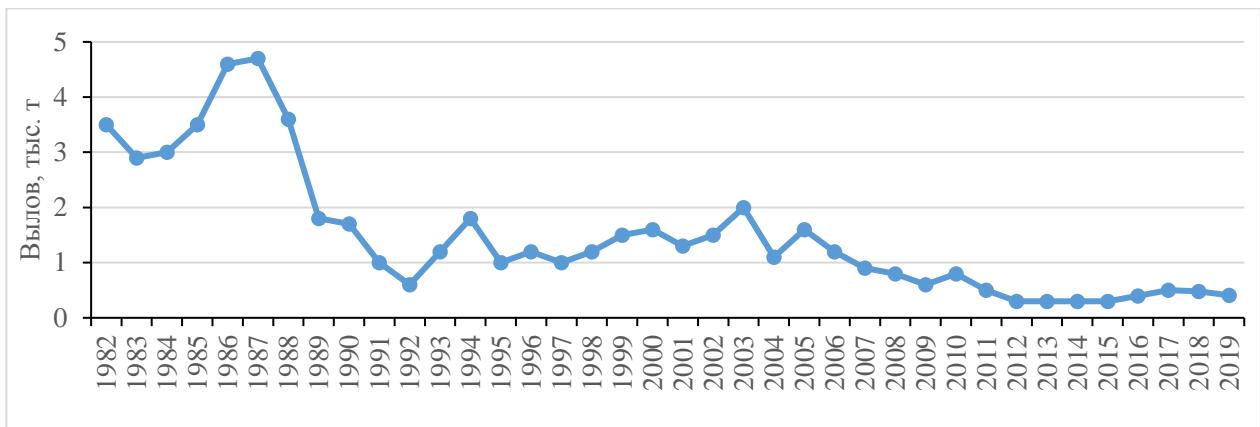


Рисунок 4.51 – Динамика вылова обской популяции пеляди

Однако после длительного периода снижения уловов их величина, при усилении промысла в конце 90-х годов прошлого века и в начале двухтысячных годов, возросла сначала незначительно, а затем с 2005 г. снижалась до 2015 г.

Причиной этому послужили плохо изученные факторы ухудшения естественного воспроизводства пеляди, приведшие к сокращению её численности и биомассы, в целом связываемые с потеплением климата в последние десятилетия. К этому добавлялись и другие неблагоприятные факторы: экстремальное маловодье 2012 г., массовая естественная убыль пеляди из-за мощнейшего «замора» в Обской губе зимой 2006–2007 гг.

В 2019 г. официальный объём вылова обской пеляди составил 411,0 т, с учетом 100 % квоты КМНС. Освоение допустимого изъятия обской пеляди составило 46 %. Уменьшение вылова в 2019 г. в сравнении с 2018 г. связано вновь с повторившимся сильным «замором» в Обской губе в период окончания зимовки пеляди, когда наблюдалась гибель рыб у восточного берега губы.

4.6.4 Состояние запасов.

В 2021 г. ожидается вступление в промысел многочисленных поколений 2016–2017 гг. рождения. По сведениям УрО РАН в 2015–2017 гг. наблюдался мощный скат личинок пеляди с уральских нерестилищ (реки Северная Сосьва, Сыня, Войкар, Собь), и эти поколения начнут доминировать в промысловом стаде в 2020–2023 гг. Результаты расчётов на ВКМ подтверждают увеличение численности стада пеляди, причём считаем, что они значительно занижены из-за недоучёта пополнения. Промысловый запас обской пеляди в 2021 начнёт возрастать и численность промзапаса прогнозируется в 16254 тыс. экз., а биомасса – в 3825 т (рисунок 4.52).

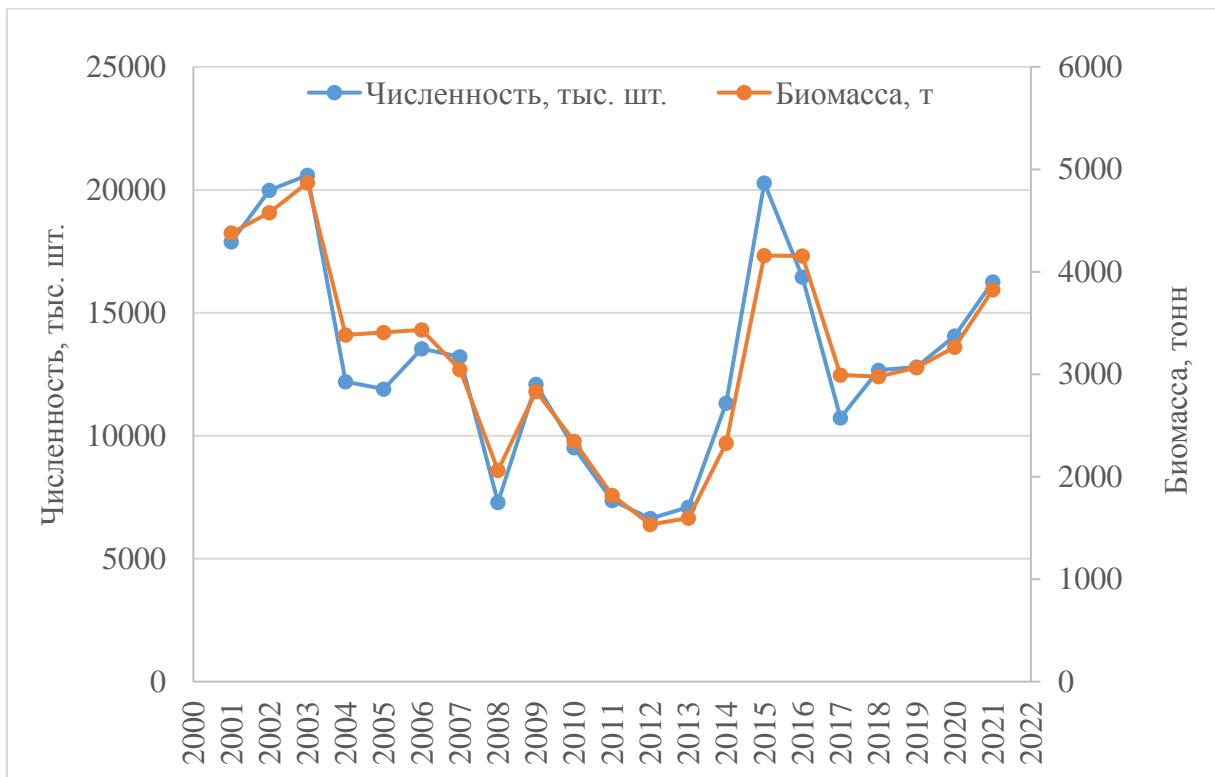


Рисунок 4.52 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада обской пеляди

4.6.5 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ обской пеляди на ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1 «Материал и методика»

После базового расчёта численности стада, для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности в возрастных группах по поколениям, предварительно определена форма уменьшения численности пеляди в разных поколениях с использованием расчётов численности в четырёх точках. В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во-второй – в возрасте максимального вылова генерации; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливалась в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для обской пеляди.

Параметры уравнения роста пеляди по Берталанфи были получены методом Форда-Уолфорда. В качестве исходных данных использовались средние показатели длины её особей за последние пять лет наблюдений. Уравнение имеет следующий вид:

$$L(t) = 42,6 \cdot (1 - e^{-0.178 \cdot (t+2,10)}), \quad (76)$$

Максимально продуктивный возраст для обского стада пеляди по расчётом на ВКМ находится в пределах 4 годов. По методу Алверсона-Карни возраст достижения кульминации ихтиомассы в эксплуатируемом запасе происходит несколько раньше – в 3,42 года ($9 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов представлены в таблице 4.38 и на рисунке 4.53, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом пеляди лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z, M, C, N взяты из базового расчёта по ВКМ.

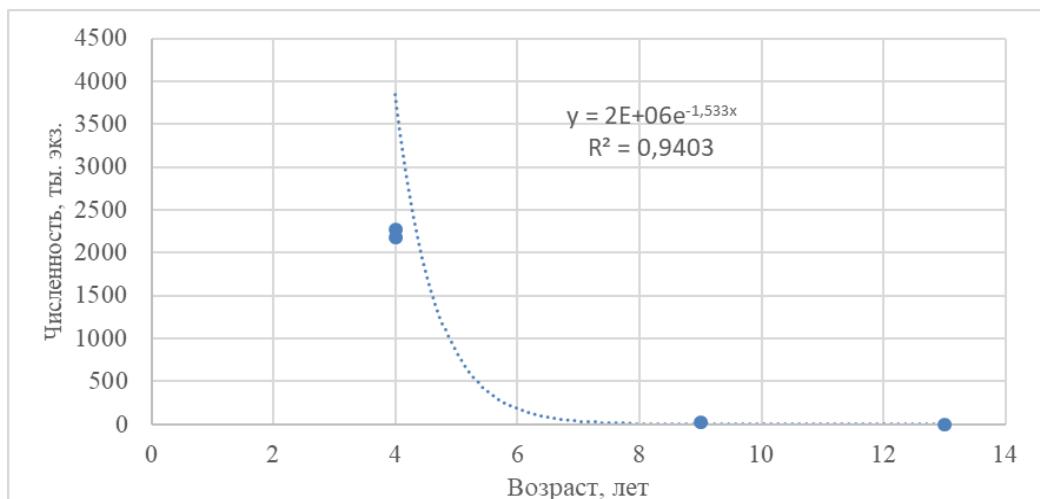


Рисунок 4.53 – Изменение численности обской пеляди с возрастом

Таблица 4.38 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений обской пеляди

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C, тыс. экз.	N, тыс. экз.		
2001	3,4	0,6	0,1	524,0	1353,6	9	14,4
2002	3,4	0,6	0,4	1225,0	7394,9	9	15,0
2003	3,4	0,6	0,3	1038,7	4882,5	9	14,5
2004	3,4	0,6	0,2	700,7	2298,4	9	14,2
2005	3,4	0,6	0,2	680,0	2173,9	9	14,4

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.39 и на рисунке 4.54.

Таблица 4.39 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений обской пеляди

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	2001	2002	2003	2004	2005		
3	0,30	0,31	0,29	0,33	0,27	0,30	0,01
4	0,05	0,28	0,21	0,16	0,12	0,16	0,04
5	0,29	0,31	0,15	0,19	0,31	0,25	0,03
6	0,19	0,32	0,28	0,16	0,34	0,26	0,04
7	0,47	0,36	0,26	0,15	0,35	0,32	0,05
8	0,06	0,78	0,21	0,53	0,50	0,42	0,13
9	0,46	0,71	0,28	0,52	0,57	0,50	0,08

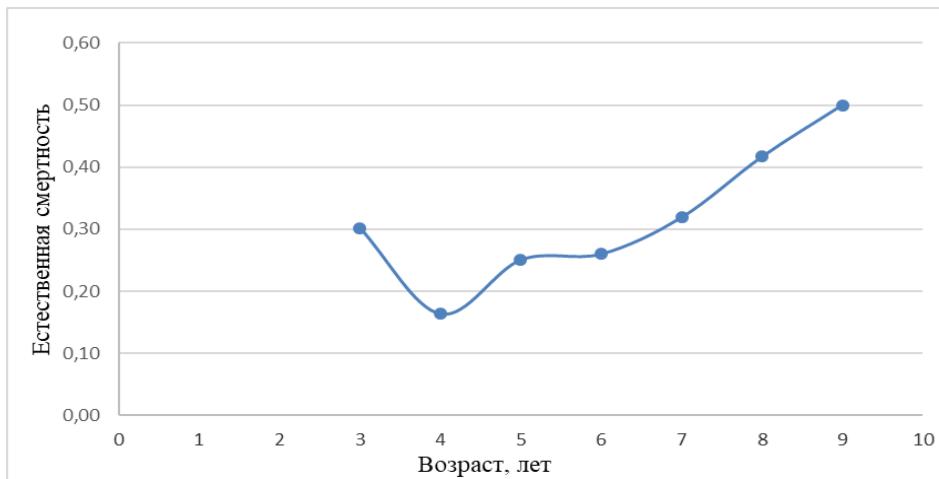


Рисунок 4.54 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам у обской пеляди

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации пеляди (пример на рисунке 4.55), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

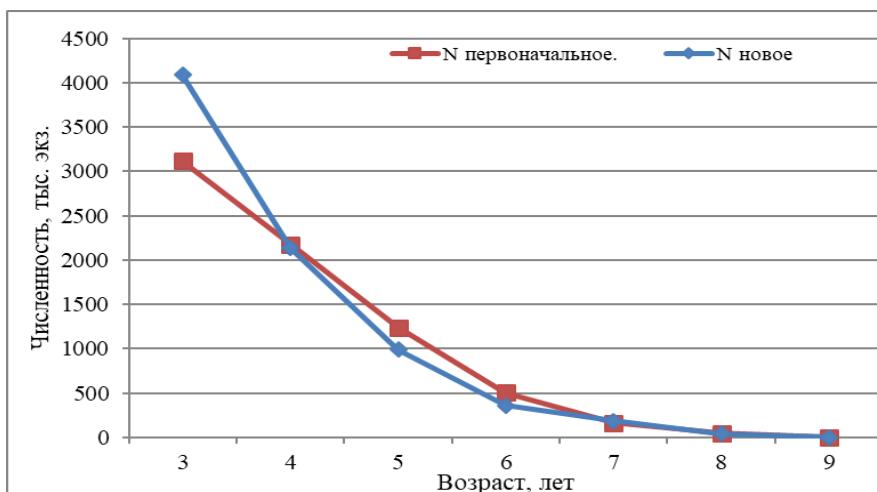


Рисунок 4.55 – Изменение численности генерации обской пеляди после корректировки.

Результаты прогнозирования промысловой численности пеляди свидетельствуют о её повышении, которая в 2021 г. составит 16254,6 тыс. экз. Общий допустимый улов на 2021 г. по приростам биомассы с учётом селективности промысла и нахождения части особей вне зоны промысла прогнозируется в размере 1144 т (таблица 4.39).

Таблица 4.39– Расчет ОДУ пеляди бассейна р. Обь на 2021 г.

Показатели	Возраст							Всего
	3	4	5	6	7	8	9	
s	2,1	1,7	0,8	0,15	0,13	0,06	0,02	-
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	6175,7	4410,2	3829,8	1657,4	71,3	70,3	39,9	16254,6
ΔW _{Инд.} , г,	106	59	42	37	35	47	41	-
Y _{биопрод.} , т	654,6	260,2	160,9	61,3	2,5	3,3	1,6	1144,4

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ пеляди в 2021 г. на её запас в 2022 г. выполнена на основании уравнения убыли генерации с учетом улова и выживаемости, приведённой в разделе «Материал и методика». Результаты расчётов приведены в таблице 4.40.

Таблица 4.40 – Оценка влияния изъятия ОДУ в 2021 г. на запас обской пеляди в 2022 г.

Показатели	Возраст							Всего
	3	4	5	6	7	8	9	
M _i	0,33	0,25	0,23	0,18	0,29	0,27	0,34	-
C ₂₀₂₁ , тыс. экз.	3888,9	984,0	575,1	184,2	6,6	7,9	3,5	5650,2
N ₂₀₂₁ , тыс.экз.	6175,7	4410,2	3829,8	1657,4	71,3	70,3	39,9	16254,6
N ₂₀₂₂ , тыс.экз.	6943,7	4272,2	2950,1	1791,0	606,3	18,2	10,5	16592,0
ср. W _{Инд.} 2012-2018 гг., г	168	264	280	333	376	420	461	-
B ₂₀₂₁ , т	1039,6	1166,3	1071,2	551,8	26,8	29,5	18,4	3903,5
B ₂₀₂₂ , т	1168,9	1129,8	825,2	596,3	228,0	7,6	4,8	3960,5

Как видно, расчётная численность и биомасса обской пеляди в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ по сравнению с 2021 г. увеличится на 16 % по численности и на 19 % по биомассе, то есть при условии реализации ОДУ запас значительно прирастёт.

Наряду с определением величины ОДУ запаса обской пеляди по вероятностной когортной модели были выполнены расчеты по прикладной программе COMBI 4.0, в основе которой используются различные производственные модели: Шефера, Фокса и Пелла-Томлинсона.

Входными данными для определения величины ОДУ послужили: официальный вылов обской пеляди и стандартизированная по основным рыбодобывающим предприятиям (Аксарковский, Горковский, Новопортовский и Пуйковский р/з) численность рыбаков (рисунок 4.56).

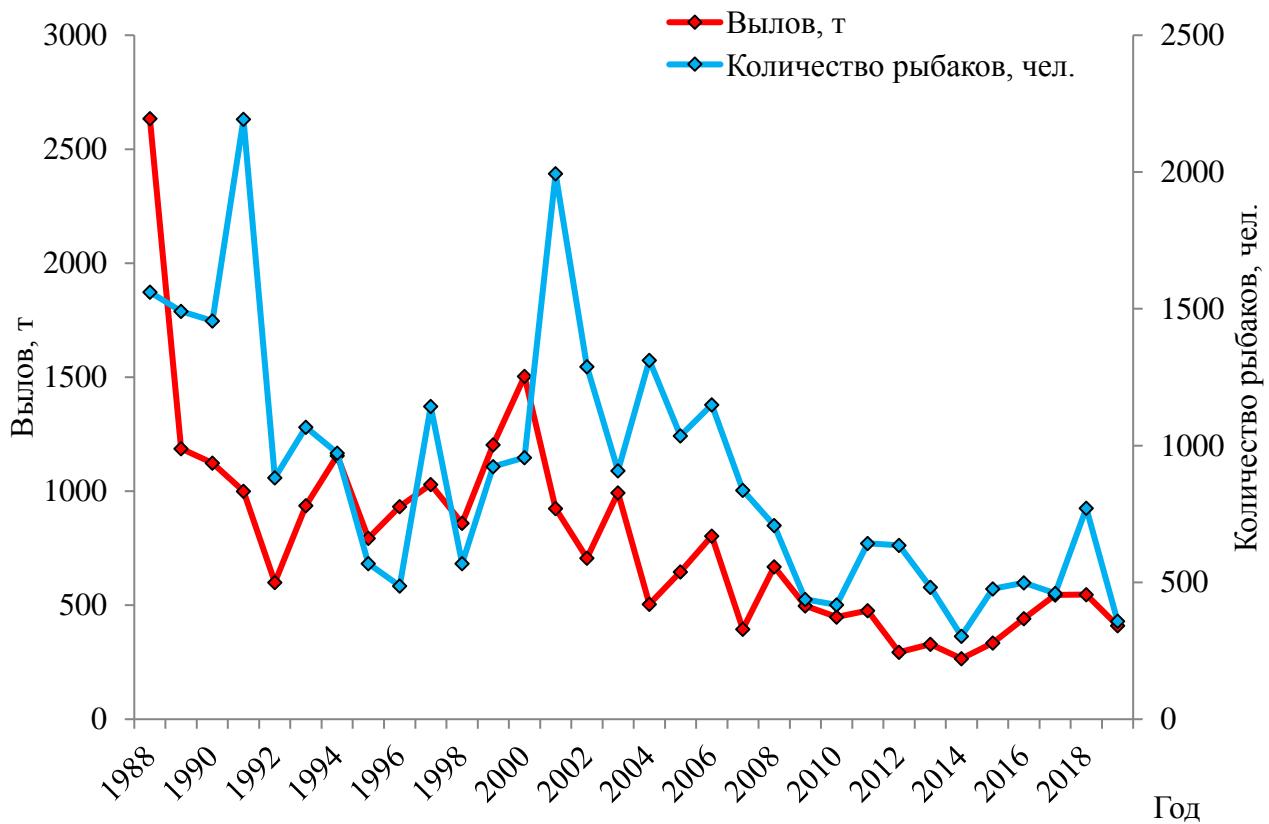


Рисунок 4.56 – Промысловая статистика использования запаса обской пеляди

Результаты использования оптимизационной процедуры указывают на то, что наибольшее приближение к наблюденным данным обеспечивает модель Фокса с медианной целевой функцией и следующими параметрами:

$$r = 0,31; \quad K = 5976; \quad q = 0,000223; \quad L = 0,267.$$

Продукционная кривая динамики биомассы и продукции обской пеляди изображена на рисунке 4.57. Значения биологических ориентиров управления, оцененных с помощью модели, составляют:

$$B_{MSY} = 2199 \text{ т}; \quad MSY = 688 \text{ т}.$$

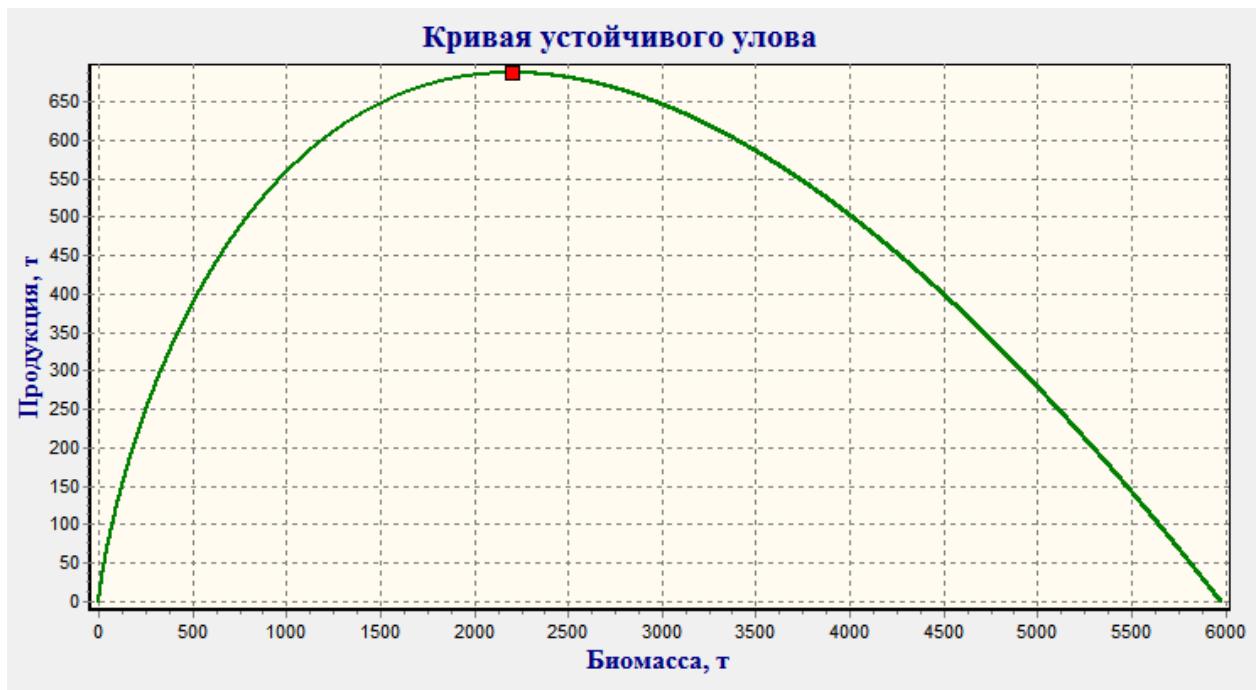


Рисунок 4.57 – Продукционная кривая запаса обской пеляди

При определении величины ОДУ применялось адаптивное ПРП с логистической функцией (рисунок 4.58). При использовании данной схемы ПРП $F_{MSY} = 0,31$.



Рисунок 4.58 – Правила регулирования промысла запаса обской пеляди

Таким образом, при использовании модели Фокса с логарифмической целевой функцией и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид:

Время восстановления, лет	Средняя биомасса на прогнозе, т	Средний улов на прогнозе, т	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Улов прогнозный к ретроспективе	Вероятность $B_{прогнозная} < B_{lim}$	Вероятность $C_{прогнозный} < C_{lim}$
0	3818	1187	1,1	1,5	0	0,01

В соответствии с принятым ПРП величина ОДУ на 2021 г. для запаса обской пеляди составляет 1288 т.

4.6.6 *Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла*

В качестве биологических ориентиров при управлении запасом пеляди могут выступать биологические показатели, приведённые в таблице 4.36. Средний возраст рыб в промысловых уловах должен находиться в пределах 4,5–5,5 лет, а средняя масса составлять 270–350 г. Данные показатели являются индикаторами относительно благополучного состояния промыслового запаса пеляди. Результаты расчёта ОДУ не должны приводить к существенному сокращению промыслового запаса, и в целом величина ОДУ стратегически должна способствовать повышению продуктивности стада пеляди.

Для оценки объективности расчётной величины ОДУ пеляди проведён анализ промысловых показателей её запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

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

Определение целевых ориентиров. В основе расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы, $Y_{prod.}$) от биомассы запаса (рисунок 4.59).

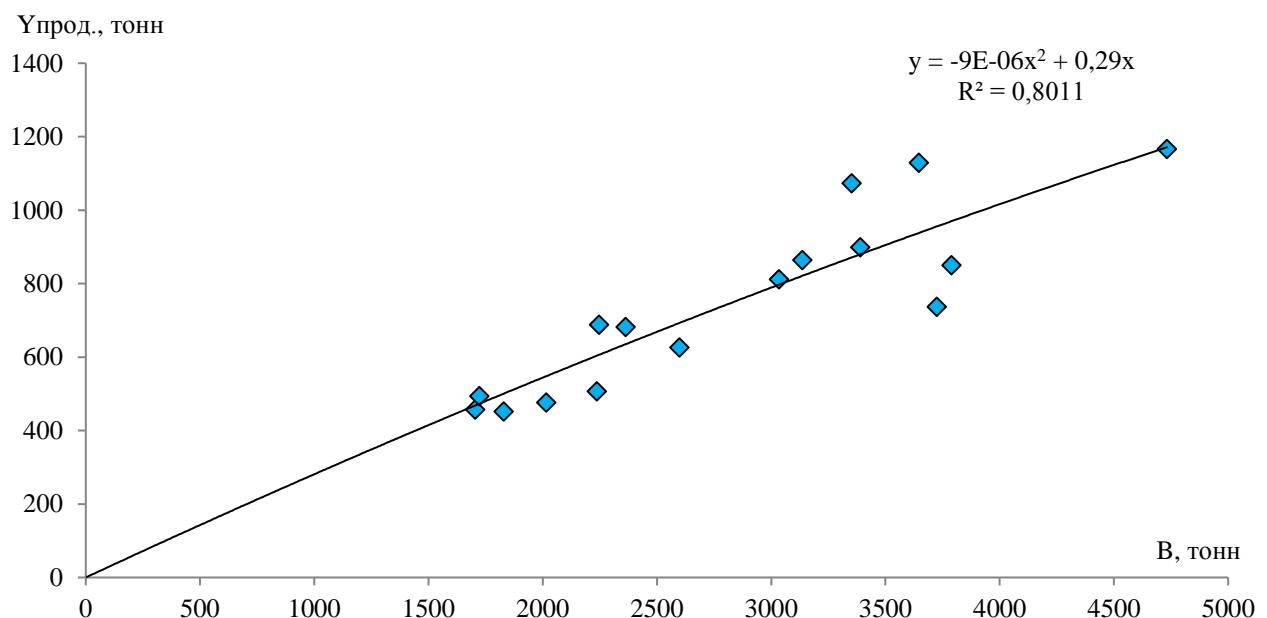


Рисунок 4.59 – Зависимость продукции от биомассы запаса обской пеляди

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$). В явном виде точки перегиба кривой по данным последнего периода промысла не наблюдается, поскольку, как уже отмечено, максимальной продуктивности запас достигал в более отдалённый временной период при гораздо больших значениях биомассы и продукции. В ближайшем будущем задачей является повышение продуктивности стада пеляди до максимальных отмечавшихся в последние 17 лет показателей биомассы и продукции (уловов) промыслового стада (см. рисунок 4.59), а именно:

$$B_{tr} - 4732 \text{ т} \quad C_{tr} - 1166 \text{ т}$$

Исходя из средней массы рыб, выражаем данные показатели через численность рыб и определяем действительные коэффициенты промысловой смертности

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,246 \quad (77)$$

Таким образом, полученные показатели соответствуют максимальной продуктивности биомассы и величине промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса. При дальнейшем поддержании стратегии промысла на доведение и удержание запаса в районе его максимальной продуктивности и оптимальном изъятии продукции он будет находиться в определённом равновесном состоянии.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} должен показывать на её значение, при достижении которой запас не может восстанавливаться без значительного ограничения либо прекращения промысла. При снижении запаса ниже уровня B_{lim} может произойти подрыв его нерестовой части. Показатель B_{lim} определялся как минимально наблюдённая биомасса промыслового стада – 1393 т – в 2013 г., после чего оно увеличило численность. Биомасса производителей в этом объёме промзапаса оценивается в 180–200 т. Учитывая биологию пеляди, которая может быстро восстанавливаться и увеличивать численность, данные значения B_{lim} завышены, что необходимо иметь в виду при разработке ПРП.

Интенсивность промысла φ_{Flim} по смыслу не что иное, как величина чрезмерной промысловой нагрузки, вследствие чего запас не может замещающее производить, которая определяется по соотношению:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,286, \quad (78)$$

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 2101 \text{ т} \quad (79)$$

Предосторожный ориентир по промысловой смертности φ_{Fpa} определялся исходя из соотношения:

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,252 \quad (80)$$

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

Таким образом, определив биологические ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.60) можно приступить к расчёту величины ОДУ и определению ПРП.

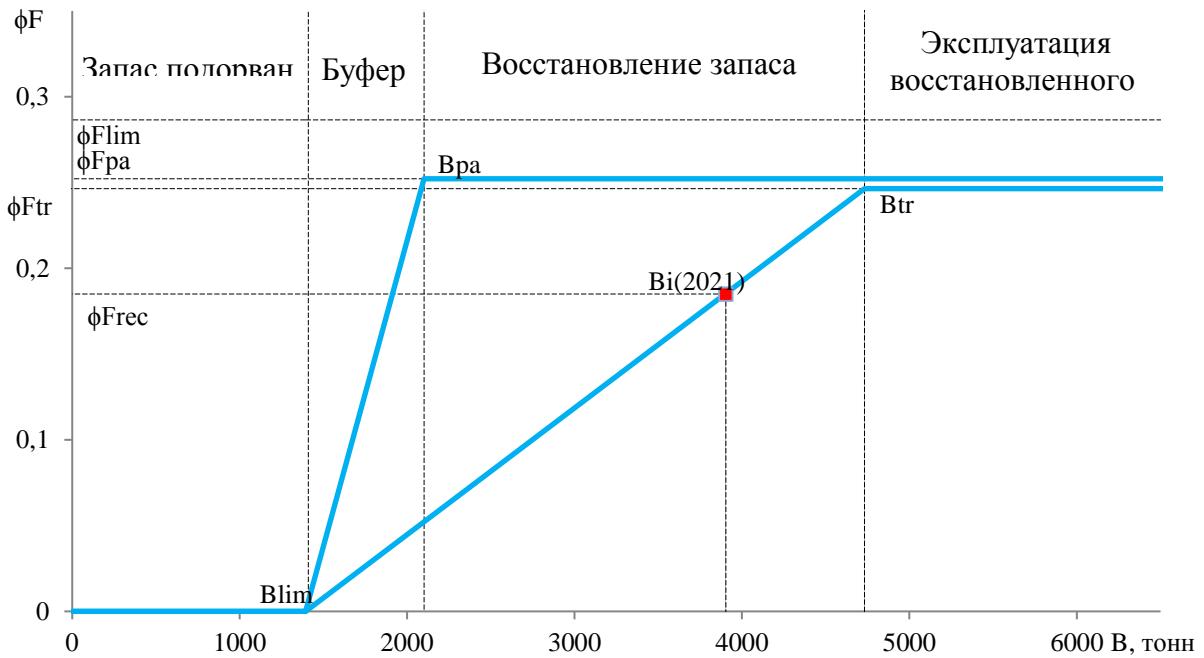


Рисунок 4.60 – Схема ПРП запаса обской пеляди

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла пеляди, тактика управления на схеме обозначена зонами, для каждой из которых должен устанавливаться определённый режим ПРП.

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

$$\varphi_{Frec} = 0$$

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

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

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

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

Исходя из рассчитанной величины биомассы, можно заключить, что запас обской пеляди в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии в области восстановления.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,259 \quad (81)$$

$$\text{ОДУ}_{2021} = B_i \times \varphi_{\text{FreC}} = 1014 \text{ т} \quad (82)$$

В таблице 4.41 представлены все рассчитанные параметры. Определённая по биологическим ориентирам и ПРП величина ОДУ в 1014 т направлена на быстрейшее восстановление уровня запаса пеляди до уровня максимальной продуктивности.

Таблица 4.41 – Расчёт допустимого изъятия обской пеляди бассейна р. Обь на 2021 г. по биологическим ориентирам и ПРП

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	$\varphi_{F_{tr}}$	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2021}}$, т	$\varphi_{F_{rec}}$	$\text{ОДУ}_{i_{2021}}$, т
4732	1166	1393	399	2101	530	0,246	0,286	0,252	3903,5	0,259	1014

Поскольку, с одной стороны, было показано (таблица 4.39), что промысловое изъятие 1144 т в последующем не препятствует повышению биомассы обской пеляди, численность пополнения в 2021 г. недоучтена и запас фактически должен быть больше расчётного, по модели Пелла-Томлинсона в программе COMBI 4.0 – в 1288 т, а величина допустимого изъятия пеляди по ПРП на 2021 г составит 1014 т то в конечном итоге ОДУ рекомендуется установить на уровне рассчёта по ВКМ – 1144 т.

В других реках ЯНАО, также не относящихся к Обскому и Тазовскому бассейнам, экспертино, на основе сведений о видовом составе и биологии ихтиофауны, а также об уловах в аналогичных реках, ОДУ пеляди прогнозируется в размере 40 т.

На территории ЯНАО расположен громадный озёрный фонд – около 360 тыс. озёр, как соединенных реками и протоками, так и обособленных от основных водотоков. Общая площадь озёр ЯНАО достигает 1,5 млн. га. Наибольшая площадь озёр в Тазовском районе – 500,0 тыс. га, чуть меньше на территории Ямальского района – 461,2 тыс. га, в Приуральском районе – 285,0 тыс. га, в Надымском – 200,0 тыс. га и меньше всего площадь озёр в Шурышкарском районе – 39,0 тыс. га. Пелядь также обитает в некоторых озерах на территории ХМАО, наиболее значимые из них – Ендырь-Согомский и Сырковое.

Пелядь, как и другие сиги, в отдельных озерах формирует жилые формы, но во многих озёрах Ямала и Тазовского бассейна, гидрографически связанных с речной системой, пелядь может только нагуливаться. Потенциал промысла сигов в озёрах достаточно велик, однако он используется не эффективно, поскольку многие водоёмы округа из-за удалённости и затратности промысла слабо облавливаются.

Исследования, проведенные на оз. Пяку-то (Пуровский район ЯНАО) в 2010 г. [61], позволили оценить современную численность и биомассу пеляди этого водоёма. Расчётная промысловая численность пеляди, включая годовиков, в 2010–2012 гг. составляет порядка 925–975 тыс. экз., а промзапас 77–87 т. Коэффициент допустимого изъятия из промзапаса для пеляди, созревающей массово в 2–3 года, принят равным 35 %.

Допустимый улов пеляди в оз. Пяку-То на 2012 г. определен в размере 30 т. Эту величину экспертоно приняли как ОДУ пеляди оз. Пяку-То и на 2021 г. Следует отметить, что озеро Пяку-То является уникальным водоёмом, где существуют естественные озёрные популяции сигов.

В озёрных системах Ямальского полуострова Ней-то и Яро-то, а также в оз. Ямбуто и в некоторых других, обитают речные, озёрно-речные и озёрные формы пеляди, не связанные с Обским бассейном. В этих озёрах и связанных с ними реках происходит размножение, нагул и зимовка различных сигов, включая и пелядь [62–65]. По результатам работ, выполненных Госрыбцентром в 2008 г. [66], определен возможный вылов рыб в реках и озёрах Ямальского полуострова, составивший для пеляди 60 т. Из этой величины по экспертной оценке вылов в озёрах может составить порядка 50–60 %. Экспертно величина ОДУ пеляди на 2021 г. по озёрам полуострова определена в размере 30 т, по рекам – 30 т.

Ранее проведённые исследования запасов рыб в Красноселькупском районе [67] и мало изменившаяся организация, интенсивность промысла за последние годы, позволяют экспертоно оценить биомассу озёрной и озёрно-речной пеляди в системе Чёртовых озер и других озёрно-речных систем бассейна р. Таз на территории Красноселькупского района на уровне, определённом в 2009-2011 г. (таблица 4.42).

Таблица 4.42– Показатели промысловых ресурсов пеляди в реках и озёрах бассейна р. Таз в Красноселькупском районе в 2009–2011 гг.

Показатель	Пелядь			
	озёрно-речная		система Чёртовых озёр	
	реки	озёра	реки	озёра
Улов, т	11,7	11,8	0,7	3,7
Промзапас, тонн	179,6	179,6	8,0	40,0
ОДУ, т	45,0	45,0	2,0	10,0

То есть, экспертоно, на 2021 г. ОДУ принят равным величине ОДУ в 2009–2011 гг.

В бассейне р. Таз в различных озёрных системах также возможен вылов пеляди. В отличие от оз. Пяку-то, в наиболее интенсивно используемых промыслом озёрных системах р. Таз – в Часельской и Чёртовой системах, пелядь не имеет жилых форм. Сиговые рыбы заходят в эти системы для нагула [63, 68].

Доля пеляди в уловах на этих озёрах довольно низкая. По обобщенным данным вылов пеляди в озёрах бассейна р. Таз и Пур может составлять около 4 % от общих уловов. По результатам исследований предыдущих лет для Чёртовой системы озер возможный вылов всех видов рыб был определен в размере 550 т, по Часельской системе – 400 т, по Харампуринской – 255 т, по Халесовинской – 145 т, всего – 1350 т [68]. Соответственно из этой величины ОДУ пеляди может составить порядка 55 т.

В Приуральском и Шурышкарском районах ЯНАО допустимый суммарный вылов пеляди на основании сведений об озёрном фонде, видовом составе ихтиофауны и статистике уловов экспертно определен в размере 10 т.

В озёрах ХМАО в 80-х годах уловы жилой формы пеляди составляли порядка 30–50 т. В современных условиях интенсивность промысла намного ниже не из-за сокращения запасов, а из-за снижения интенсивности вылова при низкой рентабельности промысла.

Анализ возрастного состава нерестового стада пеляди оз. Ендырь, вылавливаемой для сбора икры в целях воспроизводства, свидетельствует о высокой доле пополнения в 2012–2014 гг. при одновременном увеличении рыб старших возрастных групп (таблица 4.43)

Таблица 4.43 – Возрастной состав нерестового стада пеляди оз. Ендырь из уловов ставных сетей ячеей 45–50 мм, ноябрь-декабрь

Год	Возрастная группа, %								
	≤ 2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
2006	17,5	32,9	7,8	5,0	8,2	9,2	11,8	3,1	4,4
2007	-	25,4	53,7	10,1	4,3	1,6	3,7	-	1,2
2008	9,6	17,7	38,2	20,8	9,6	4,1	-	-	-
2009	2,9	2,2	14,0	29,7	35,8	13,6	1,8	-	-
2010	18,7	2,6	12,7	46,2	18,3	1,5	-	-	-
2011	48,2	13,2	2,5	6,1	10,2	19,8	-	-	-
2012	13,6	34,2	7,9	7,2	11,8	-	23,3	1,9	-
2014	24,6	30,9	20,2	17,2	5,0	1,0	0,8	0,4	0,1

В настоящее время численность пеляди в оз. Ендырь постепенно увеличивается за счет вступления в промысел урожайных поколений 2011–2012 гг. Зарыбление личинками способствует данной тенденции с учетом проводимого мелиоративного лова рыбаками-любителями.

В оз. Сырковое в 2014 г. по сравнению с материалами предшествующих лет [71] возрастной состав в промысловых уловах пеляди также увеличился, однако доминирование половозрелых шестилетних особей указывает на стабильный потенциал воспроизводства и удовлетворительное состояние запаса пеляди в озере (таблица 4.44).

Таблица 4.44 – Возрастной состав пеляди оз. Сырковое по данным промысловых уловов

Год	Возрастная группа, %						
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
2006	10,1	45	37,7	4,3	2,9	-	-
2007	-	90,96	7	1,0	1,0	0,04	-
2008	-	51,7	46,3	1,0	1,0	-	-
2009	0,04	0,14	95,3	4,5	0,01	0,006	0,004
2010	0,9	9,5	20,7	64,7	2,6	0,9	0,9
2011	-	6,0	91,0	3,0	-	-	-
2012	-	-	-	98,0	2,0	-	-
2013	-	-	2,0	98,0	-	-	-
2014	-	-	2,0	1,0	95,0	2,0	-

Выпуск пеляди в оз. Ендырь в ХМАО в 2014 г. составил 44,377 млн шт. личинок. С учетом этих биологических данных, а также того, что в последние несколько лет ФГБНУ «Госрыбцентр» зарыблял вышеуказанные озёра ХМАО пелядью для повышения численности маточных стад, ОДУ пеляди в озёрах ХМАО может быть увеличен. На 2020 г. ОДУ пеляди для озёр ХМАО экспертино определен в размере 25 т.

Приведенные выше материалы указывают на то, что ОДУ пеляди в озёрах Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов на 2015 г. составляет порядка 150 т.

Таким образом, допустимый улов пеляди на 2021 г. прогнозируется для эстуарно-речных водоёмов Обского бассейна в размере 1144 т (ОДУ в реках – 1142 т и ВВ в Обской губе – 2 т), в Тазовском бассейне – 441 т (ОДУ в реках – 285 т, ВВ в Тазовской губе – 156 т), к этому объёму ещё 145 т ОДУ озёрной пеляди (в ХМАО – 25 т и в ЯНАО – 120 т). Обоснование прогноза ОДУ по пеляди тазовской популяции приведено в соответствующем разделе. Кроме того, на основании имеющейся статистики уловов и исследованиям прошлых лет по другим речным бассейнам в пределах ЯНАО экспертино определена величина вылова пеляди в реках в размере 70 т, а также в Байдарацкой губе в размере 3 т, в Гыданской губе – 5 т, в Юрацкой губе – 1 т.

4.6.7 Рекомендуемая интенсивность промысла

Для освоения ОДУ пеляди рекомендуется ограничение промыслового усилия по количеству рыбаков и орудий лова (таблица 4.45).

Таблица 4.45 – Рекомендуемое среднегодовое количество рыбаков и орудий лова при промысле пеляди в 2020 г.

Субъект	Водный объект	Квота, тонн	Орудие лова	Доля вылова на орудие промысла	Улов, тонн	Вылов на орудие лова, тонн	Количество орудий	Вылов на рыбака, тонн	Количество рыбаков
ЯНАО	озера	120	ст. сети	0,7	84	0,33	252	2,13	662
			невода	0,3	36	18,00	2		
	реки	1292	стреж. невода	0,25	323	32,30	10		
			невода	0,3	387,6	24,23	16		
			плав. сети	0,45	581,4	0,80	727		
ХМАО	озера	25	ст. сети	0,8	20	0,08	241	1,29	184
			невода	0,2	5	16,5	0		
	реки	213	стреж. невода	0,55	117,15	29,29	4		
			невода	0,3	63,9	21,30	3		
			плав. сети	0,15	31,95	0,65	49		
Примечание - плавная сеть длиною 75 м, ставная сеть длиною 25 м, невод длиною не более 300 м, стрежевой невод более 300 м.									

В частности, в ЯНАО среднегодовое количество рыбаков при промысле этого вида должно составлять порядка 662 человека, а на территории ХМАО – 184 человека. Для рационального использования запасов пеляди рекомендуется придерживаться и среднегодовых значений участия на промысле орудий лова. Предлагаемое годовое промысловое усилие не позволит превысить ОДУ, что важно для выбранной стратегии на восстановление запасов вида. Установление режима рыболовства необходимо учитывать при выдаче разрешений на лов рыбы и доведения его до каждого пользователя ВБР.

В итоге, суммарный допустимый улов пеляди в 2021 г. составляет 1809 т, из этой величины ОДУ – 1642 т (реки бассейна р. Обь – 1142 т, реки бассейна р. Таз – 285 т, прочие реки – 70 т, озёра – 145 т), РВ в эстуариях – 167 т.

Распределение ОДУ пеляди по Субъектам Федерации следующее: в озёрах ЯНАО – 120 т, в реках ЯНАО – 1257 т (из них в реках Обского бассейна – 902 т, в реках Тазовского бассейна – 285 т, в прочих реках ЯНАО – 70 т), в реках ХМАО – 240 т, в озёрах ХМАО – 25 т.

4.7 Сиг-пыхъян

4.7.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Прогноз ОДУ сига-пыхъяна даётся по ежегодным многолетним данным популяционных показателей основных его промысловых стад, периодических наблюдений за отдельными эксплуатируемыми малыми локальными популяциями, сведениям о промысловых уловах, интенсивности промысла (количества рыбаков разных рыбопромысловых предприятий).

Общая характеристика вида. Сиг обыкновенный *Coregonus lavaretus* (L., 1758) в водных объектах автономных округов Тюменской области ЯНАО и ХМАО представлен сибирским подвидом – пыжьяном *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788). Имеет несколько локальных группировок, среди которых выделяются два крупных полуходных стада – обское и тазовское. Эти стада разграничены местами обитания, имеют биологические и популяционные различия. Особи каждого из стад в течение года совершают перемещения от нескольких сот до нескольких тысяч километров между местами зимовок, нагула и нереста. Кроме них имеются небольшие, с меньшей миграционной активностью, разной степенью изоляции популяции пыжяна в реках, озёрах и озёрно-речных системах притоков Байдарацкой, Обской, Гыданской и Юрацкой губ, а также в отдалённых озёрах и озёрно-речных системах притоков Оби, Пура, Таза.

В Обском бассейне обитают несколько относительно локальных стад сига с большим разбросом численности и площадей местообитаний. Наибольшее промысловое значение из них имеет полуходное стадо.

Полуходной обской сиг-пыжян распространён от средней части Обской губы, по Оби с её уральскими притоками до, включительно, р. Северная Сосьва. Выше устья Северной Сосьвы вверх по Оби мигрируют разрозненные особи.

Первые годы жизни до полового созревания сиг круглогодично проводит в Обской губе. Здесь же зимует основная часть отнерестившихся его производителей. После распаления льда и прекращения замора в Оби и губе сиг в конце мая – июне вместе с другими сиговыми рыбами поднимается в рукава, протоки, некоторые преимущественно проточные соры дельты и нижнего течения Оби для нагула и полового созревания. Вместе с производителями из губы на нагул мигрируют немногочисленные незрелые и пропускающие нерест особи пыжяна разных возрастов.

Половозрелая часть полуходного сига в июле-октябре, в зависимости от отдалённости нерестилищ, не прекращая интенсивно питаться, совершает миграции в нерестовые притоки Оби – Собь, Войкар, Сынью, Северную Сосьву. Менее значимые его нерестилища имеются в реках Щучья, Лонгот-Юган, Харбей.

После нереста в октябре часть особей остаётся на зимовку в нерестовых реках, но большинство скатываются в Обскую губу, где находится до окончания замора в р. Обь и затем вновь совершает анадромную миграцию. Весной личинки сига с паводковыми водами с нерестилищ разносятся по пойменным системам нерестовых рек и р. Малой Оби, где развиваются до сеголеток, которые в конце лета скатываются в Обскую губу.

Сиг-пыжян – среднекикловый вид, в уловах встречались особи до 16+– 17+ лет, созревать начинает в 3+ лет, в массе – в 5+ – 6+ лет. Нерест неежегодный, но динамика пропусков

подробно не изучена, вероятнее всего повторные нересты у большинства особей средних возрастов происходят через год-два.

Биологическая характеристика. Для оценки состояния запасов полупроходного обского сига используются ретроспективные многолетние данные, а также материалы, собранные в начале августа 2018 г. в период его массовой нагульно-нерестовой миграции по р. Малая Обь с её протокой-рукавом Горная Обь в районе посёлков Шурышкary – Унсельгорт ЯНАО.

Возрастной состав сига достаточно объективно отражается сборами из промысловых плавных сетей с ячейй 36 мм, несмотря на их селективность.

В 2014–2015 гг. наблюдалось значительное омоложение стада пыжьяна за счёт вступления в промысел многочисленных поколений 2010–2011 гг. рождения, а также присутствия средне- и малочисленных поколений от нерестового запаса 2006–2008 гг., составлявших остаток. Резкое преобладание 3+-5+ летних особей в эти годы обусловило и минимальный средневзвешенный возраст сига в промысловых уловах. В 2017–2018 гг. наблюдалось уменьшение доли пополнения, увеличение среднего возраста, доминирование особей среднеурожайных поколений от фонда икры 2008–2010 гг., что привело к снижению численности стада (таблица 4.46).

Таблица 4.46 – Возрастной состав обского полупроходного сига-пыжьяна, протока Малая Горная Обь, июль-август, плавные сети ячейй 36 мм

Год промысла	Возрастная группа											Средневзвешенная		
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	возраст, год	длина, см	масса, г	
2007	-	5,9	26,4	40,0	18,9	6,9	1,8	0,1	-		6,0	28,2	351	
2008	-	2,8	15,4	47,7	27,4	5,2	1,3	0,2	-		6,2	28,2	364	
2009	1,1	5,2	29,3	42,5	18,2	3,2	0,4	0,1	-		5,8	27,7	329	
2010	-	3,1	58,3	25,5	9,6	3,1	0,4	-	-		5,5	27,7	308	
2011	-	3,4	12,4	38,8	33,5	11,6	0,3	-	-		6,4	27,9	339	
2012	-	5,7	27,1	31,1	28,4	6,4	0,9	0,3	0,1		6,1	28,5	333	
2013	6,1	32,2	28,9	13,3	12,9	3,7	2,9	-	-		5,2	28,1	301	
2014	2,6	23,5	53,5	19,0	0,9	0,5	0,0	-	-		4,9	27,5	304	
2015	1,4	14,2	55,4	21,8	6,9	0,3	-	-	-		5,2	27,7	305	
2016		13,0	33,6	39,3	12,5	1,7					5,6	26,9	277	
2017		1,5	16,4	33,3	30,7	14,5	3,7	0,1			6,5	28,0	333	
2018	0,6	12,8	26,4	31,6	20,1	6,7	1,4	0,4			5,9	27,4	302	
2019	0,3	8,7	16,5	39,3	26,7	6,9	1,2	0,3		0,1	6,1	28,4	346	

В 2019–2020 гг. в остатке промзапаса ощутимую долю составят особи малочисленных генераций от выклева и осеннего нереста в крайне неблагоприятном маловодном 2012 г., а также в следовавшем за ним жарком 2013 г., и численность сига продолжит оставаться на пониженном уровне. Пополнение 3+-4+ лет в 2019-2020 гг. по численности ожидается около среднего уровня. В целом промысловый запас пыжьяна в 209–2020 гг. ожидается ниже среднего, но значительно выше минимального уровня. В 2020 гг. должна завершиться фаза понижения численности стада с некоторым её возрастанием.

Длина тела и масса тела разновозрастного сига в 2018 г. имели значения, меньше среднемноголетних (таблицы 4.47 и 4.48).

Таблица 4.47 – Промысловая длина (см) обского полупроходного сига-пышьяна, река. Малая Обь и протока Малая Горная Обь, район пп. Унсельгорт и Шурышкары, июль-август, плавные сети ячеей 36 мм

Возраст, лет	Год												Средняя (2008–2018 гг.)
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
3+	-	26,5	-	-	-	27,1	26,7	24,5			24,2	25,0	25,8
4+	24,8	24,9	25,0	24,2	23,9	27,2	27,2	27,0	25,2	25,9	25,5	26,6	25,5
5+	26,5	26,2	27,0	25,2	27,4	27,8	27,4	27,5	26,6	27,7	26,1	27,6	26,9
6+	27,6	27,1	28,9	27,0	28,2	29,1	28,0	28,5	27,3	27,6	27,7	28,1	27,9
7+	29,0	29,3	29,8	28,5	29,4	29,4	31,3	29,3	27,6	28,2	28,8	29,0	29,1
8+	30,2	30,2	31,4	30,0	30,1	30,9	31,4	34,0	28,0	28,7	30,0	29,6	30,4
9+	31,2	30,5	33,0	32,3	31,0	30,4	34,5	-	-	30,1	31,9	30,2	31,7
10+	30,1	31,2	-	-	33,8	-	-	-	-	31,5	31,5	33,7	31,6
11+	-	-	-	-	35,2	-	-	-	-	-	-	-	35,2
12+													38,7
Средневзвешенная	28,2	27,7	27,7	27,9	28,5	28,1	27,5	27,7	26,9	28,0	27,4	28,4	27,8

Таблица 4.48 – Масса тела (г) обского полупроходного сига-пышьяна, река. Малая Обь и протока Малая Горная Обь, район пп. Унсельгорт и Шурышкары, июль-август, плавные сети ячеей 36 мм

Возраст, лет	Год												Средняя (2008–2018 гг.)
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
3+	-	274	-	-	-	265	277	199			200	244	243
4+	232	222	222	242	274	269	295	280	227	254	239	289	251
5+	290	261	283	254	290	290	300	295	269	320	257	319	283
6+	339	304	347	304	319	337	320	335	293	316	314	335	321
7+	401	397	378	358	353	348	446	370	302	340	357	365	368
8+	450	437	437	410	367	409	453	616	316	359	411	386	424
9+	484	449	574	552	475	389	599	-	-	425	503	407	494
10+	372	534	-	-	579	-	-	-	-	492	482	548	492
11+	-	-	-	-	674	-	-	-	-				674
12+													796
Средневзвешенная	364	329	308	339	333	301	304	305	277	334	302	346	328

4.7.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации (размерно-возрастной состав и статистика вылова), для определения численности и ихтиомассы обского полупроходного сига-пышьяна применимы лишь некоторые простые методы когортного анализа [9,10,11,12, 57]. Для использования рекомендованных к применению моделей [24] из необходимых сведений имеются только разрозненные малодостоверные данные по промысловым усилиям. К тому же пышьян добывается разнотипными орудиями лова с разной селективностью (плавные и ставные сети с ячейй 36, 40, 45, 60 мм, закидные невода) множеством

пользователей ВБР, поэтому для сепарабельных вариантов когортного анализа усреднённая результирующая оценка селективности неосуществима или весьма приближённа [73].

Для расчёта численности и биомассы промзапаса, ОДУ сига можно применить вероятностную когортную модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 36, 37, 38, 39, 59], на которой уже более десяти лет эти показатели определялись.

Кроме этого, имеющиеся материалы позволяют использовать для расчёта ОДУ пыжьяна пакет методов DLMtools [24].

4.7.3 *Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла*

Динамика уловов. Вылов сига полупроходного обского стада в 2019 г. составил 242,4 т, что на 18,8 % меньше, чем в предыдущем году.

В ЯНАО обское полупроходное стадо сига-пыжьяна является традиционным объектом промысла. В течение нескольких последних десятилетий он добывается в основном в Шурышкарском и Приуральском, меньше – в Ямальском и Надымском районах. В ХМАО, где по Оби в пределах Октябрьского и Берёзовского районов обской сиг-пыжьян поднимается в небольшом количестве на нерест в Северную Сосьву, его вылов несущественный.

Промысел обского сига-пыжьяна осуществляется преимущественно в протоках, рукавах дельты и в нижнем течении Оби, в её уральских притоках в период его нагульных и нерестовых миграций и посленерестового ската.

Максимальный вылов обского пыжьяна наблюдался в течение трёх военных лет 1941–1943 гг., когда уловы составляли последовательно 1695, 1962 и 1461 т. Высокая интенсивность промысла привела к перелову, после чего произошло закономерное снижение запасов и уловов до локального минимума в 428 т в 1947 г.

Однако в следующее десятилетие запасы сига-пыжьяна восстановились и интенсивность промысла резко возросла вплоть до перелова в 1958 г., когда его поймали 1246 т., после чего добыча резко, всего за два года, сократилась более чем в 5 раз – до 245 т.

После очередного периода восстановления максимальный вылов сига в дальнейшем доходил лишь до 823 т

С конца 70-х годов прошлого столетия уловы установились на уровне 150–600 т., а с 2004 варьировали в меньшем диапазоне: от 190 до 480 т (рисунок 4.61).

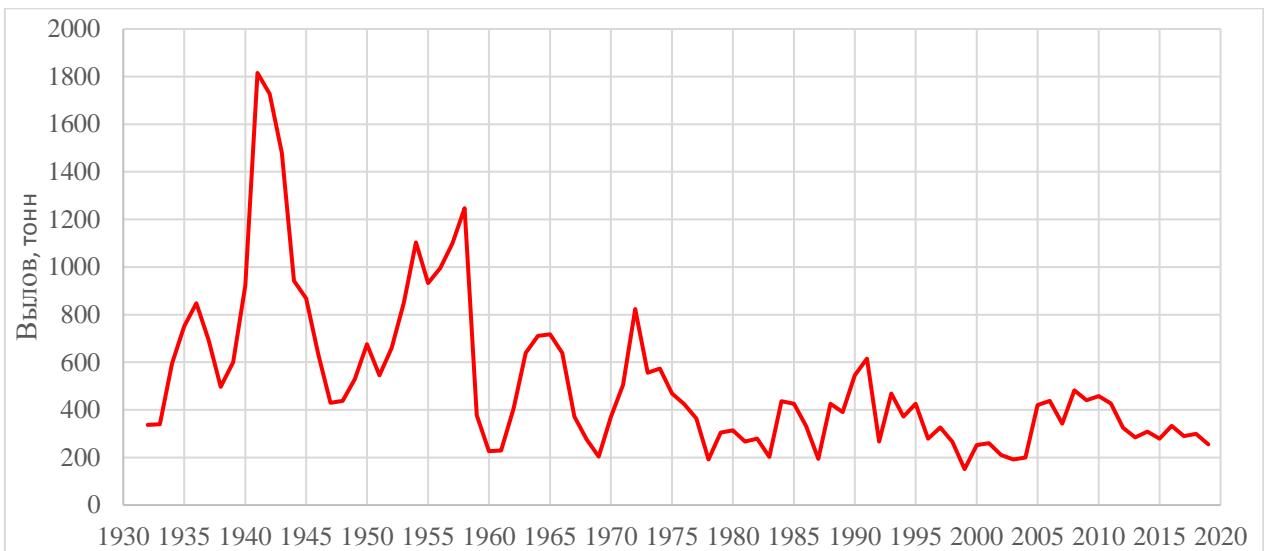


Рисунок 4.61 – Многолетняя динамика уловов обского полупроходного сига-пижъяна в Тюменской области

Динамика численности сига-пижъяна определяется внутрипопуляционными причинами, выражаемыми, прежде всего, зависимостью величины потомства от количества родителей (см. далее), определяющего уровень популяционной плодовитости. Важную роль во флюктуациях численности играют факторы среды, особенно в период развития ранней молоди – температура, уровни воды, внезапные сильные перемены погоды – определяющие развитие кормовой базы и повреждающие эффекты. Причём изменения численности и запасов сига проявляются в многофазных цикличностях, обусловленных периодичностями гидрологического и гидротермического режима водных объектов Обского бассейна. От гидрологической обстановки в водных объектах зависит и успешность промысла сига.

Серьёзно влияние на формирование поколений оказывают биотические взаимодействия: гибель икры от заморов и различных хищников, в том числе массовое потребление собственной икры сигом на нерестилищах; возможные, но плохо изученные напряжённые пищевые отношения между молодью сига и карповых видов рыб, увеличивших в последние годы численность. Свою роль во флюктуациях численности пижъяна играет организация и интенсивность промысла, сильно влияющая на его популяционную биологию.

Динамика запаса. Численность обского сига-пижъяна рассчитывали по ВКМ, при этом в статистику уловов включалась квота КМНС в размере 100 %.

В последние годы отмечался подъём численности пижъяна с 2002 по 2005 гг., за которым наблюдалось её снижение, особенно интенсивно с 2009 по 2012 гг. Далее вновь последовала фаза повышения численности, имеющая четырёхлетнюю продолжительность, с пиком в 2014 г. Это повышение обусловлено тремя урожайными поколениями подряд 2008–2010 гг.

рождения. С 2016 по 2019 гг. наблюдается очередная фаза уменьшения численности промыслового стада пыжьяна в результате цикла снижения пополнения (рисунок 4.62).

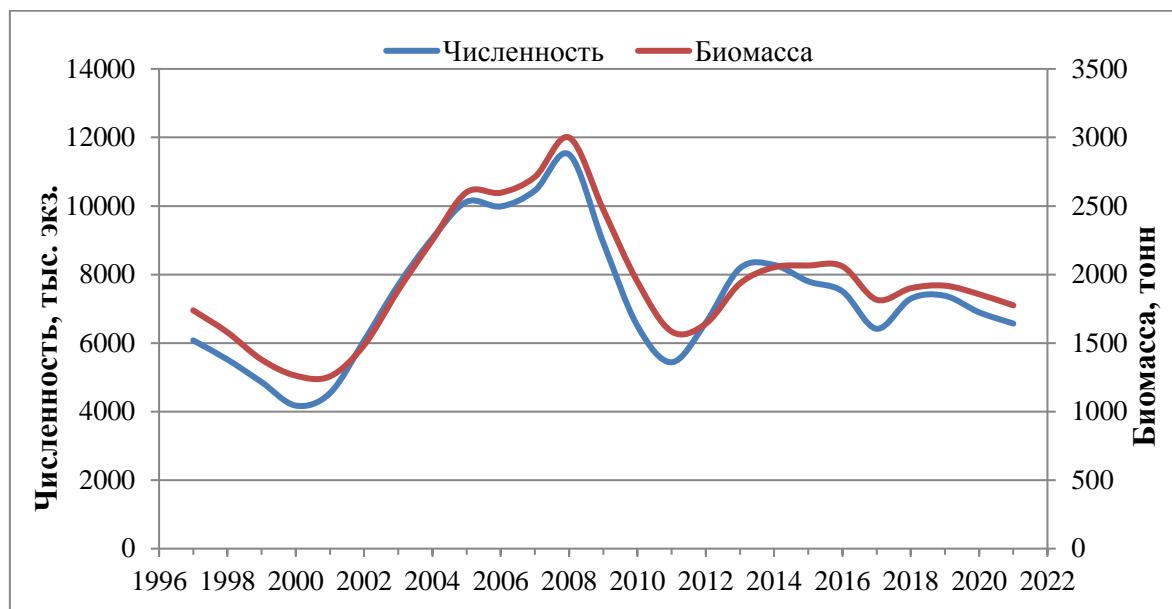


Рисунок 4.62 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада обского сига

Прогнозная величина промзапаса сига на 2021 г, с возраста 3+, составила 6568 тыс. экз. (раздел 4.7.6).

4.7.4 Обоснование рекомендуемого объёма ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ обского сига-пыжьяна на ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1 «Материал и методика»

После базового расчёта численности стада, для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности в возрастных группах по поколениям, предварительно определена форма уменьшения численности сига в разных поколениях с использованием расчётов численности в четырёх точках. В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во-второй – в возрасте максимального вылова генерации по ВКМ; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливается в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи для обского сига-пыжьяна.

Параметры уравнения роста сига по Берталанфи были получены методом Форда-Уолфорда. В качестве исходных данных использовались средние показатели длины его особей за последние пять лет наблюдений. Уравнение имеет следующий вид:

$$L(t) = 46,19 \cdot (1 - e^{-0,0834 \cdot (t - 4,94)}) \quad (94)$$

Максимально продуктивный возраст для обского стада пыжьяна по расчётом на ВКМ находится в пределах 3+ – 4+ лет. По методу Алверсона-Карни возраст достижения кульминации ихтиомассы в эксплуатируемом запасе происходит в те же сроки – в 3,8 года ($10 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов показаны на рисунке 4.63 и в таблице 4.49, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z , M , C , N взяты из базового расчёта по ВКМ.

Таблица 4.49 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений обского сига

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C , тыс. экз.	N , тыс. экз.		
1999	4,2	0,44	0,21	136,11	744,1	11	17,1
2000	4,2	0,29	0,18	39,97	390,00	11	17,2
2001	4,2	0,32	0,18	131,95	1113,502	11	17,0
2002	4,2	0,33	0,14	265,37	1600,0	11	17,2
2005	4,2	0,37	0,21	270,56	1960,4	11	17,1

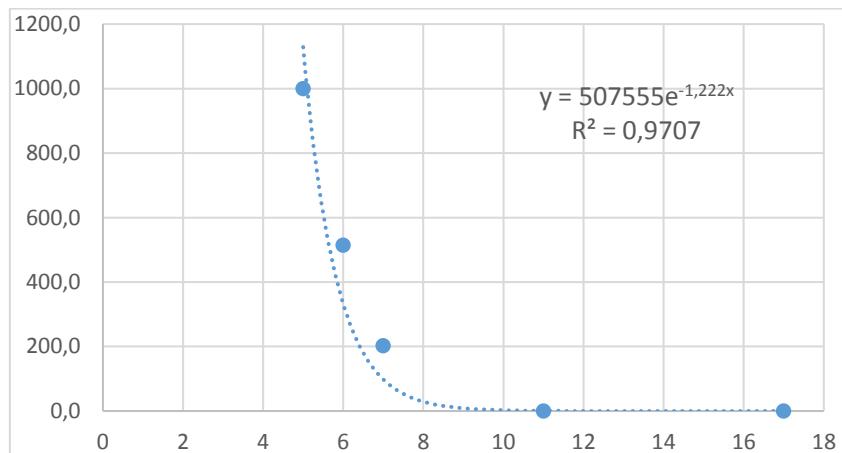


Рисунок 4.63 – Изменение численности обского сига-пыжьяна с возрастом

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности сига-пыжьяна для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.50 и на рисунке 4.64.

Таблица 4.50 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений обского сига-пыжьяна

Возраст, годы	Год рождения поколения					Средняя	Ошибка средней
	1999	2000	2001	2002	2005		
3					0,28	0,28	0,00
4	0,26	0,32	0,25	0,32	0,17	0,26	0,03
5	0,17	0,15	0,15	0,12	0,17	0,15	0,01
6	0,20	0,19	0,24	0,21	0,24	0,22	0,01
7	0,21	0,25	0,25	0,21	0,21	0,23	0,01
8	0,42	0,03	0,37	0,60	0,09	0,30	0,11
9		0,32	0,45	0,62	0,38	0,44	0,00
10			0,54	0,42	0,55	0,50	0,00

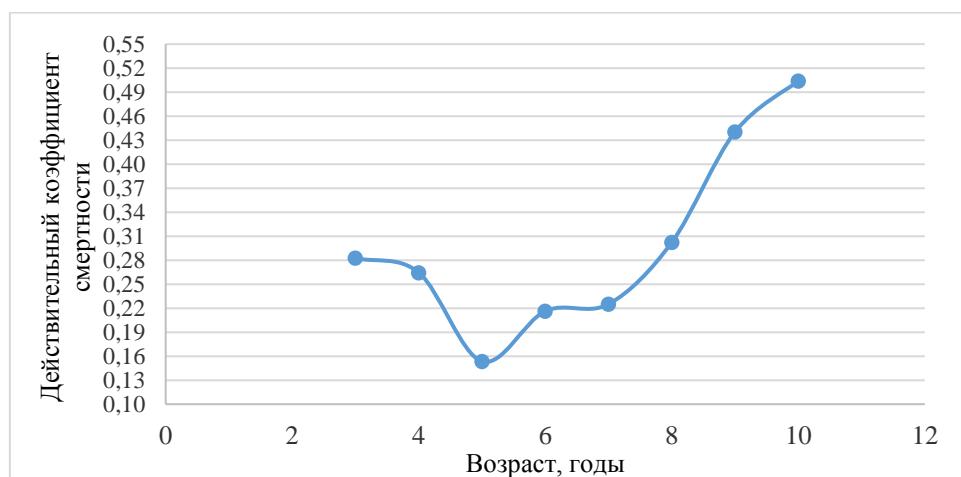


Рисунок 4.64 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам у обского сига-пыжьяна

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации сига (пример на рисунке 4.65), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2020 г.

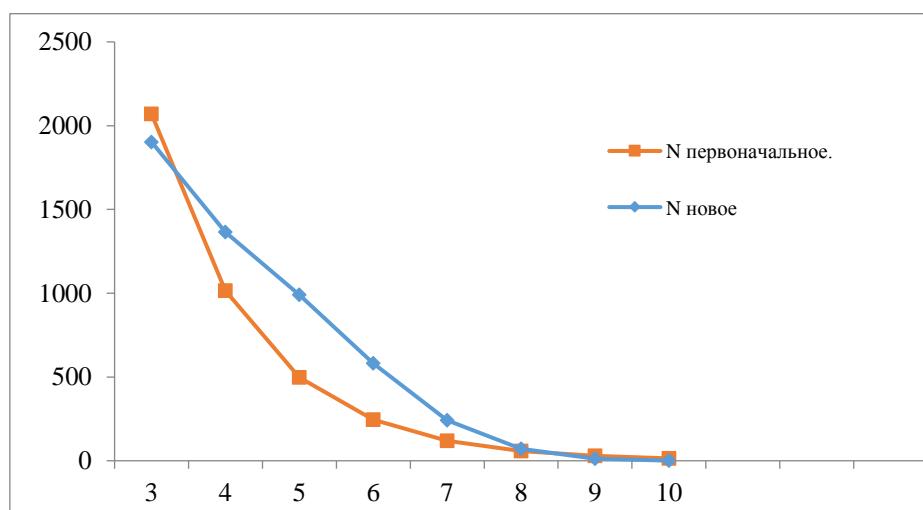


Рисунок 4.65 – Изменение численности генерации сига-пыжьяна после корректировки.

В 2020 г. прогнозируемая вероятностной когортной моделью (ВКМ) промысловая численность обского полупроходного сига-прыжьяна, включая четырёхлеток, составляет 5900,5 тыс. экз. биомассой в 1377,2 т. Из них непосредственно будут доступны промыслу (селективно в орудиях лова и пространственно – в зоне его действия) 2253,3 тыс. экз в большинстве своём половозрелых особей биомассой 676,4 т, которые зайдут из Обской губы в район плавного, сорового и зимнего лова, будут залавливаться сетями с ячейй 36–40–45 мм и неводами. Расчёты приведены в таблице 4.51.

Таблица 4.51 – Расчёт допустимого изъятия обского полупроходного сига на 2020 г.

Показатель	Возрастная группа										Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	
Y_{2019} , тыс. экз.	2,1	61,2	116,1	276,5	187,9	48,5	8,4	2,1	-	0,7	703,6
N_{2020} , тыс. экз. (коррект. 2019 г.)	2350	1579,1	1966,5	501,4	347,7	98,0	29,0	22,4	2,6	-	6896,7
S_{2021}	-	3,53	0,63	0,46	0,23	0,08	0,05	0,02	-	-	-
W , г, средний за 2008-2018 гг.	193	247	305	366	429	494	560	626	756	819	
N_{2021} , тыс. экз.	2750	1149	1070,9	1184,8	223,1	115,6	34,7	19,5	20,6	-	6568,2
N_{2021} (доступно для промысла), тыс. экз.	137,5	459,6	931,7	1184,8	223,1	115,6	34,7	19,5	20,6	-	3127,1
B_{2021} , т	530,8	283,8	326,6	433,6	95,7	57,1	19,4	12,2	15,6	-	1774,8
$W_{\text{селективный}}$, г, , средний 2008-2018 гг.	220	251	283	321	368	424	494	492	510	220	
B_{2021} (доступно для промысла), т	26,5	113,5	284,2	433,6	95,7	57,1	19,4	12,2	15,6		1057,9
φ_M	0,28	0,26	0,15	0,22	0,23	0,3	0,44	0,5	0,56	-	
$\varphi_{rec\ 2021}$	0,001	0,072	0,196	0,176	0,247	0,271	0,157	0,011	0,003	-	
ОДУ_{2021} , тыс. экз.	38,6	152,7	322,2	468,6	106,5	66,0	20,7	10,0	11,6	-	1196,3
ОДУ_{2021} , т	8,5	38,3	91,1	150,3	39,2	28,0	10,2	4,9	5,9	-	370,4

ОДУ обского полупроходного сига-прыжьяна в 2020 г. определён в размере 370,4 т. Рекомендуемые уровни промысловой смертности для каждой возрастной группы рассчитаны с учётом доступности особей для промысла, динамики естественной и промысловой смертностей.

В конечном итоге остатки в промысловом и нерестовом стадах должны надёжно обеспечить пополнение не ниже среднемноголетнего и поддержание улова 2020 г. на уровне, близком к 2019 г.

В качестве альтернативной схемы определения величины ОДУ для запаса обского сига прыжьяна, в связи с неудачными попытками получить индексы величины запаса по уловам на рыбака (малодостоверная статистика промысловых усилий) и применения моделей II уровня информационного обеспечения, использовался пакет методов DLMtools. Входными данными послужила официальная статистика вылова с 1969 по 2019 гг. (рисунок 4.64).

К имеющимся входным данным может быть применено 8 схем определения величины ОДУ с диапазоном оценок от 171 до 358 т (рисунок 4.66).

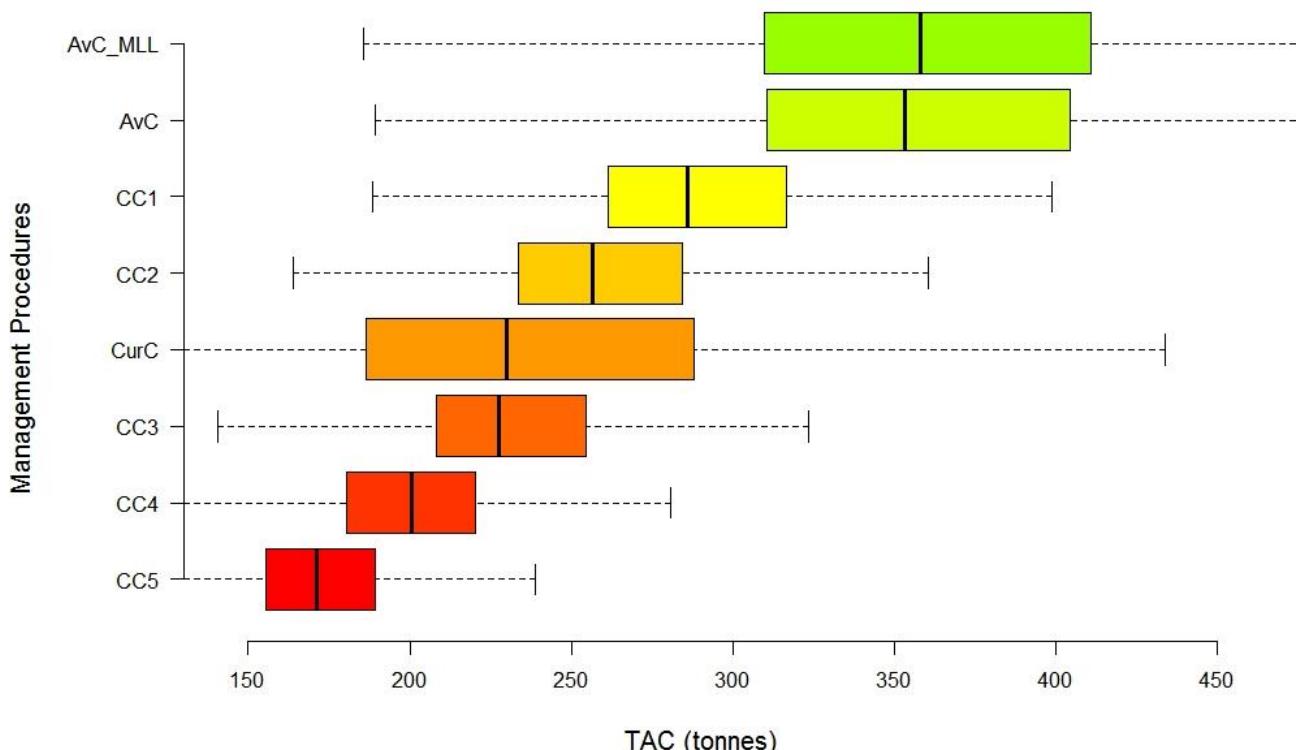


Рисунок 4.66 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу обского сига пыжьяна

Для доступных схем определения величины ОДУ обского сига пыжьяна проведен анализ эффективности стратегий управления на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.66, рисунок 4.67).

Таблица 4.52 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ обского сига пыжьяна

Метод	F<FMSY	Долгосрочная Y>0,5Y	B>BMSY	B>0,5BMSY	B>0,1BMSY	ОДУ, т	Применимость метода
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	171	Да
CC4	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	200	Да
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	228	Да
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	230	Да
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,83	257	Да
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	286	Да
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	353	Да
AvC_MLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	358	Да

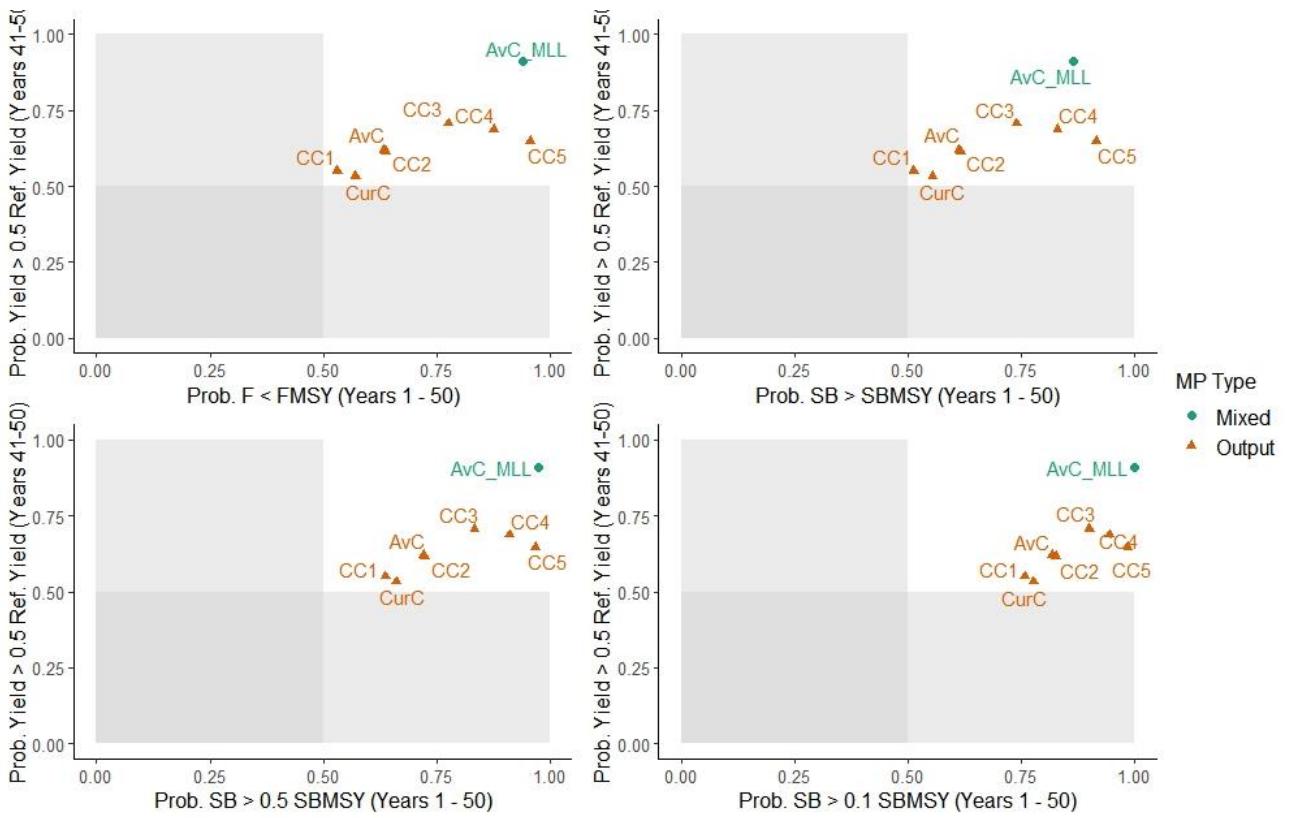


Рисунок 4.67 – Оценка эффективности стратегий управления запаса обского сига пыжьяна

Результаты проведенной диагностики (таблица 4.66, рисунок 4.67) показали, что для прогноза могут быть использованы все 8 предложенных процедур управления, при этом наиболее оптимальной является AvC_MLL, так как вероятность не наступления перелова и не снижения биомассы менее заданных показателей значительно больше, чем у других процедур управления (таблица 4.66, рисунок 4.67). Таким образом, исходя из проведенных расчётов в пакете DLMTools величина ОДУ на 2021 г. составляет 358 т.

4.7.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров могут выступать различные популяционные показатели, приведённые в таблицах 4.46, 4.47, 4.48. Средний возраст особей в промысловых уловах должен находиться в пределах 5–6,5 лет, а средняя масса составлять 270–370 г. Эти показатели индицируют состояние запаса при не нарушенных механизмах саморегуляции в популяции. Расчётные прогнозируемые величины численности в результате реализации ОДУ не должны приводить к существенному сокращению промыслового запаса.

Расчётные величины ОДУ обского сига-пыжьяна, полученные на ВКМ и модели Шеффера, анализируются с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП). Выбраны и рассчитаны различные *целевые, граничные и буферные* ориентиры и показатели, призванные к предосторожному подходу в управлении запасом стада [8].

Целевой ориентир по биомассе B_{rt} , являющийся целью восстановления запаса до уровня максимально продуктивной эксплуатации, находили по методу Рикера, позволяющему рассчитать связь прибавочной продукции с величиной запаса в годы продуцирования пополнения текущего года, а также получить максимальный устойчивый улов C_{rt} и действительный коэффициент промысловой смертности φ_{Ftr} на уровне C_{rt} [6]. В результате:

$$B_{rt} = 3300 \text{ т}$$

$$\varphi_{Ftr} = 0,429$$

$$C_{rt} = 1417 \text{ т}$$

Показатели промысловой смертности при остальных расчётах также брались в форме действительных коэффициентов, φ_{Frec} , другие показатели находились по известному руководству В.К. Бабаяна [8].

В качестве *граничного ориентира* B_{lim} выбрана минимальная биомасса нерестового запаса, которая по смыслу приближается к перелову по пополнению, то есть такого состояния запаса, когда из-за низкой численности производителей продуцируемое ими пополнение не может компенсировать общую убыль запаса. Как принято в ICES, $B_{lim} = (B_{50\%} + B_{LOSS})/2$ [8].

При этом нами в качестве точки отсчёта выбрана и предварительно рассчитана биологически допустимая численность нерестового стада $N_{lim} = (N_{50\%} + N_{LOSS})/2$. Здесь $N_{50\%}$ – численность нерестового запаса, при которой среднее пополнение равно половине максимального значения теоретической зависимости между численностью родительского запаса и численностью продуцируемого им пополнения, а N_{LOSS} – наименьшее наблюдённое значение нерестовой численности.

Значение N_{lim} определено по зависимости нерестовый запас – пополнение (особи возраста 3+, вступающие в промысел), выявленной для периода 1998–2014 гг. Данный период характеризуется пониженным воспроизводством (в отличие от наблюдавшегося ранее в 70–80-е годы XX века), которое, по всей видимости, сохранится и в ближайшие годы.

Зависимость запас–пополнение, в соответствие с представлениями У.Е. Рикера [6], имеет вид:

$$R = P e^{a(1-P/Pr)}, \quad (101)$$

где, R и P – соответственно, численность потомков и родителей в тыс. экз;

$a = \ln \alpha$ при $\alpha = 9,74013$;

Pr – замещающий уровень, равный 2479,8 тыс. экз.

Аппроксимация зависимости запас–пополнение приведена на рисунке 4.68.

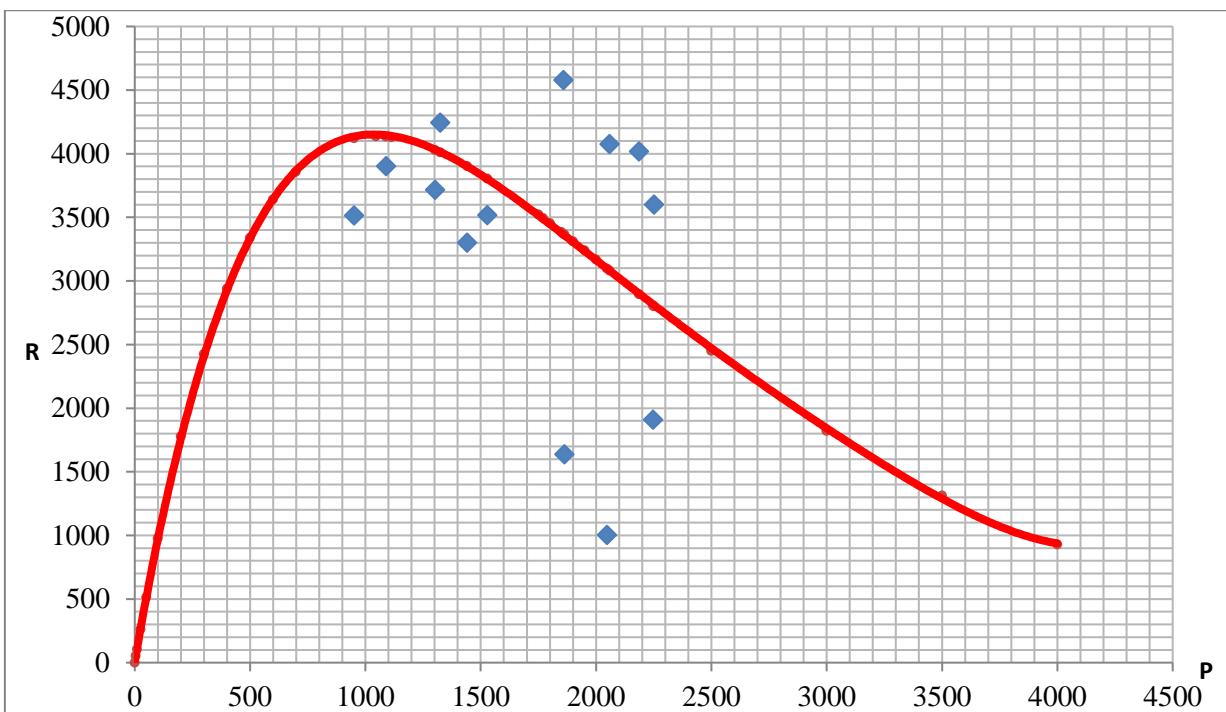


Рисунок 4.68 – Зависимость числа потомков (R) от числа родителей (P) обского полупроходного сига-пижъяна, тыс. экз.

Кривая воспроизводства имеет куполообразную форму с выраженным максимумом, что означает контроль размера нерестового запаса в воспроизводстве, особенно при повышенной плотности производителей. Кривые подобного типа характерны для запасов, численность которых совершают незатухающие циклические колебания, и это свидетельствует о саморегуляции в стаде полупроходного сига. Действительно, колебания численности поколений пижъяна имеют периодичности с разными амплитудами (4, 5, 7, 9, 11, 12 летние и более масштабные), из которых короткие амплитуды видны при простом рассмотрении возрастного состава.

Связь между численностью производителей и численностью потомков имеет параболическую форму значительной тесноты: при логарифмировании показателей $r = -0,727$, $R^2 = 0,528$

По расчётом $N_{lim} = 737,5$ тыс. экз.

Отсюда, используя среднегодовую массу одного производителя (без учёта пола, т.к. их соотношения примерно одинаковы в многолетнем плане) получаем $B_{lim} = 221,3$ т.

Следующий *буферный (предосторожный) ориентир* B_{pa} является границей биологически безопасной эксплуатации запаса в условиях неопределённости, показывая величину биомассы нерестового запаса, ниже которой запас считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастает риск снижение биомассы до уровня B_{lim} .

$$B_{pa} = B_{lim} e^{(1,645 S)}, \text{ где} \quad (102)$$

1,645 – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 95%;
 S – мера неопределенности, выражаемая через коэффициент вариации биомассы производителей, равна 0,281.

Отсюда $B_{pa} = 351,3$ т, а в единицах численности $N_{pa} = 1171,0$ тыс. экз.

Поскольку необходимо учитывать, что производители пыжьяна составляют в среднем 0,584 от всех особей доступных для промысла, а промысел воздействует на доступный запас одинаково, то B_{lim} и B_{pa} необходимо увеличить. Окончательно $B_{lim} = 378,9$ т, а $B_{pa} = 601,5$ т.

Интенсивность промысла φ_{Flim} опускает запас до уровня B_{lim} и определяется выражением:

$$\varphi_{Flim} = \frac{Bi(2020) - B_{lim}}{Bi(2020)} = 0,786 \quad (103)$$

Буферный ориентир по промысловой смертности φ_{Fpa} находится по отношению

$$\varphi_{Fpa} = \frac{Bi(2020) - B_{Fpa}}{Bi(2020)} = 0,661 \quad (104)$$

По найденным ориентирам управления разработана схема ПРП обского сига-пыжьяна в целом для ближайших лет и на 2021 г для обоих способов определения биомассы запаса (рисунок 4.69).

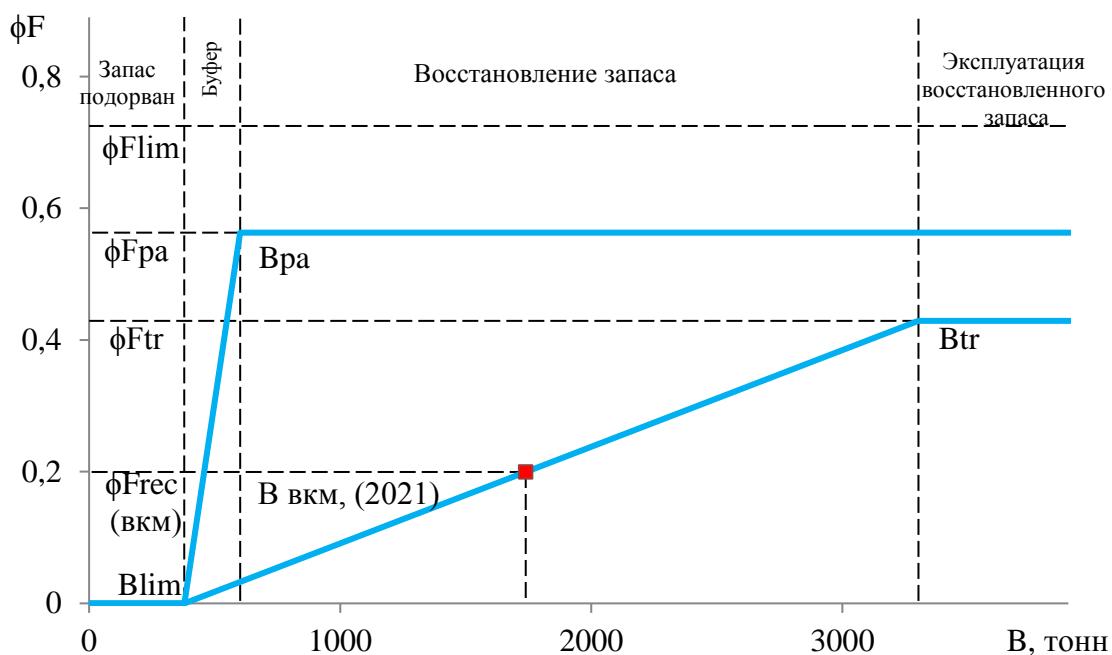


Рисунок 4.69 – Схема регулирования промысла обского полупроходного сига-пыжьяна

Исходя из полученной по ВКМ величины биомассы пыжьяна в 1774,8 т, можно заключить, что его запас в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии в области

восстановленного до максимальной продуктивности, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,205 \quad (105)$$

$$ОДУ_{2021} = B_i \times \varphi_{Frec} = 363,8 \quad (106)$$

Выбранные и рассчитанные различные показатели запаса, ориентиры управления значение ОДУ по ВКМ сведены в таблицу 4.53.

Таблица 4.53 – Показатели и ориентиры управления запасом обского полупроходного сига-пыхьяна по ПРП на базе ВКМ и программного комплекса ASPIC

Модель	B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	φ_{Ftr}	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2021}}$, т	φ_{Frec}	$ОДУ_{i_{2021}}$, т
ВКМ	3303	1417	379	275	602	339	0,429	0,786	0,661	1774,8	0,205	363,8

Таким образом, разными подходами получены следующие оценки ОДУ: по ВКМ – 370,4 т, с помощью ПРП (на основе ВКМ) – 364 т, по пакету DLMTools – 358,0 т. Выбирается ОДУ в 361 т, как средняя оценка между полученной с помощью ПРП и по пакету DLMTools.

Как уже отмечалось, кроме обской и тазовской популяций у сига-пыхьяна имеются локальные речные, озёрно-речные и озёрные группировки в ЯНАО. Так, достаточно интенсивный промысел ведётся в реках, впадающих в Гыданскую губу.

Исследование запасов рыб Гыданского бассейна было проведено в 2011 г. [75]. В осенних уловах сига-пыхьяна из бухты Хальмер-Вонга присутствовали особи сига в возрасте от 7 до 14 лет. В период наблюдений промысловая длина сига варьировалась от 23 до 43 см, составляя в среднем по выборке 34,8 см, у самок – 35,8 см, у самцов 33,4 см. Масса рыб варьировалась также в широких пределах: от 177 до 1418 г, средние показатели массы составили у всех рыб 654 г, у самок – 640 г, у самцов – 662 г (таблица 4.54).

Таблица 4.54 – Промысловая длина, и процентное соотношение разновозрастных особей сига-пижъяна бухты Хальмер-Вонга, сентябрь-октябрь 2011 г.

Возраст	Промысловая длина, см		Масса, г		Доля, %		n
	X	σ	X	σ	самки	самцы	
7	24,00	0,28	177,0	1,41	100,00	0,00	2
8	27,20	0,00	257,0	0,00	0,00	100,00	1
9	30,20	0,00	356,0	0,00	0,00	100,00	1
10	31,75	0,35	452,5	51,62	0,00	100,00	2
11	34,50	0,56	639,8	28,93	80,00	20,00	5
12	37,01	0,86	737,9	166,86	22,22	77,78	9
13	41,30	0,00	1156,0	0,00	100,00	0,00	1
14	42,80	0,28	1211,5	173,24	0,00	100,00	2
В целом	34,84	5,01	653,7	319,77	39,13	60,87	23

Соотношение возрастных групп в уловах сига-пижъяна в 2011 г. было экстраполировано на предшествующие годы. Собранный биологический материал, а также сведения об уловах в этом бассейне, предоставленные департаментом агропромышленного комплекса ЯНАО и Нижнеобским территориальным управлением, позволили когортным методом рассчитать численность и величину допустимого изъятия сига-пижъяна популяции Гыданского бассейна на 2013 г.

Результаты расчётов отражены в таблице 4.55. Численность промзапаса сига-пижъяна составляет в пределах 553,4 тыс. экз., а биомасса – 86 т. Допустимое изъятие рассчитывали, как $B_{lim} = B \cdot F_{lim}$ по возрастным группам 7+ – 14+ лет, где F_{lim} определена по формуле Кадди.

Таблица 4.55 – Расчет промыслового запаса и допустимого изъятия сига-пижъяна Гыданского бассейна на 2013 г.

Показатель	Возрастная группа								Всего
	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	
Доля 2011 г., %	8,7	4,4	4,4	8,7	21,7	39,1	4,4	8,7	-
s	0,53	1,05	2,10	2,63	1,89	0,12	0,12	0,12	-
N_{2013} , тыс.экз.	187,4	149,8	96,0	64,9	37,8	15,6	1,7	0,2	553,4
$W_{инд.}, г$	177	252	356	453	640	738	1156	1212	-
F_{lim}	0,198	0,236	0,294	0,375	0,448	0,270	0,524	0,524	-
$B_{lim2013}, т$	6,6	8,9	10,0	11,0	10,8	3,1	1,0	0,1	51,5

На основании выполненных расчётов, величина допустимого изъятия из популяции сига-пижъяна на 2013 г. была определена в размере 52 т. В Гыданской губе из этого количества РВ составил 30 т, а ОДУ в реках бассейна губы – 22 т.

Данные объёмы вылова экспертино приняты как величины ОДУ и РВ по Гыданскому бассейну на 2021 г.

Сиг-пижъян также широко распространён в реках полуострова Ямал, встречается в бассейне Байдарацкой губы. В озёрных системах полуострова Ямал – Ней-то и Яро-то, в оз. Ямбуто и в некоторых других озёрах – обитают озёрно-речные и озёрные формы сиговых рыб, включая и сига-пижъяна. [62, 65].

Работы, выполненные ФГБНУ «Госрыбцентр» в 2008 г., по оценке водных объектов Ямальского района с целью определения возможных уловов и организации рационального промысла [66], позволили оценить возможный вылов сиговых рыб, в том числе сига-пижъяна, на Ямальском полуострове.

Озёрные и озёрно-речные популяции сига-пижъяна промыслом используются крайне ограниченно из-за затратности его организации вследствие труднодоступности. Облавливаются лишь наиболее крупные и экономически выгодные озёрные популяции из таких водоёмов, как оз. Пяку-То и система Чёртовых озёр.

Исследования, проведённые на оз. Пяку-То в 2010 г. [60], позволили оценить численность и биомассу рыб и дать рекомендации по их рациональной эксплуатации (таблица 4.56).

Таблица 4.56 – Запас и возможный вылов сига-пижъяна в оз. Пяку-То, 2010 г.

Год исследований	Численность, тыс. экз.	Ихтиомасса промзапаса, т	Возможный вылов, т
2010	92,5	11,1	3,0

Потенциальный вылов определён по методу, предложенному Е. М. Малкиным [13], и пригодному только для слабо эксплуатируемых популяций, к которым относится большинство озёрных систем ЯНАО, где промысел не интенсивный. Данный метод основан на возрасте массового созревания особей в популяции. Для видов, массово созревающих в возрасте 4 года, допустимое изъятие составляет 26,6 %. Отсюда, для сига-пижъяна, созревающего в возрасте 4–5 лет, этот показатель принят равным 27 %, а потенциальный вылов определён в размере 3 т. Эта величина экспертино принята на 2021 г. как ОДУ по оз. Пяку-То.

В наиболее интенсивно облавливаемых озёрных системах – Часельской, Харампурской, Халесовинской и Чёртовой – из бассейнов рек Таз и Пур, сиговые рыбы заходят в основном для нагула. Жилые формы сига-пижъяна в озёрах малочисленны и доля их в уловах низкая [68].

В системе Чёртовых озёр сиг-пижъян обитает в летнее время, но в статистике он не отражается, сдаваясь в уловах под видом пеляди. Так, на фактории Засольное, добывают нагульных особей озёрно-речного пижъяна при их выходе из Чёртовых озёр для дальнейшей миграции на нерест и зимовку в нерестовые притоки р. Таз.

Материалы ихтиологических исследований, проведённых в августе 2011 г. [67], позволили определить соотношение пеляди и сига в уловах и получить репрезентативный материал

для биологической характеристики вида, что в свою очередь даёт возможность рассчитать численность и биомассу его промыслового запаса.

В уловах сига-пижьяна 2011 г. встречались особи возрастных групп от 4+ до 12+ (таблица 4.57). Преобладали рыбы возрастов 5+ и 6+. Длина варьировала в пределах от 26,4 до 40,5 см, в среднем 32,2 см, средняя масса – от 306 до 1580 г, в среднем 590 г.

Таблица 4.57 – Размерно-возрастная характеристика разновозрастных особей сига-пижьяна Чёртовых озёр, август 2011 г.

Возраст	Длина, см			Масса, г		
	X	m_x	n	X	m_x	n
4+	26,4	-	1	306	-	1
5+	31,2	0,2	79	512	12,0	31
6+	31,7	0,2	74	543	12,0	29
7+	32,7	0,9	13	623	50,1	9
8+	34,6	0,5	12	771	36,5	8
9+	35,5	0,2	1	909	-	1
10+	36,5	1,0	4	921	78,9	3
12+	40,5	-	1	1580	-	1
В целом	32,2	0,2	186	590	14,2	83

Численность промзапаса сига-пижьяна системы Чёртовых озёр на 2012 г. определена в размере 15,63 тыс. экз., а промысловый запас – в пределах 6 т (с учётом 50 % биомассы пятилеток).

На основании метода расчёта возможного вылова, применённого для оз. Пяку-То, при промзапасе в 6 т, массовом созревании в 5–6 лет и допустимом изъятии из промзапаса порядка 27 %, величина ОДУ сига-пижьяна для Чёртовых озёр была определена в размере 1,4 т (таблица 4.58).

Таблица 4.58 – Расчёт ОДУ сига-пижьяна системы Чёртовых озёр на 2013 г.

Показатель	Возрастная группа									Всего
	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	
Доля 2011г., %	0,5	42,6	39,5	7,2	6,6	1,5	1,4	0,2	0,5	-
s	85,70	0,93	0,18	0,92	0,08	4,83	0,08	0,08	-	-
Винд., г	306	512	543	623	771	909	921	1381	1580	-
N_{2013} , тыс. экз.	7,0	5,4	1,65	0,70	0,40	0,21	0,14	0,08	0,05	15,63
ОДУ 2013, т	0,05	1,11	0,05	0,06	0,06	0,03	0	0,04	0,01	1,41

На этом основании на 2021 г. ОДУ сига-пижьяна экспертизно оценён в размере 1 т.

По обобщённым данным, вылов сига-пижьяна в озёрах бассейна рек Таз и Пур может составлять около 1 % от общего объёма добычи, а в реках и протоках между озёрами – ещё порядка 1 %.

Исследования предыдущих лет для Чёртовой, Часельской, Харампуринской и Халесовинской систем озёр показали возможный вылов всех видов рыб в размере 1350 т [68].

В итоге, допустимый улов сига-пыхьяна в Тюменской области всеми видами промысла на 2020 г. прогнозируется в размере 891 т. Из них ОДУ в Обском бассейне – 391 т (в реках – 361 т и в озёрах 30 т); ОДУ в Тазовском бассейне – 299 т (в реках – 228 т и в озёрах 6 т); ОДУ в прочих реках ЯНАО – 50 т, в озёрах – 15 т; РВ в губах: Тазовской – 209 т Обской – 20 т, Байдарацкой – 5 т, Гыданской – 30 т, Юрацкой – 1 т, всего в губах – 265 т.

Общий ОДУ пыхьяна в реках составит 639 т, в озёрах – 51 т, а всего ОДУ – 690 т.

РВ в губах прогнозируется в размере 265 т.

Распределение ОДУ сига-пыхьяна в 2020 г. по Субъектам Федерации следующее: в озёрах ЯНАО – 51 т, в реках ЯНАО – 634 т (из них в реках Обского бассейна – 356 т, в реках Тазовского бассейна – 228 т, в прочих реках – 50 т), в реках ХМАО – 5 т – из запаса обского пыхьяна.

4.7.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

Исходя из тактических задач по освоению ОДУ сига-пыхьяна, несмотря на сравнительно благополучное состояние этого вида рекомендуется ограничение промыслового усилия по количеству рыбаков и орудий лова (таблица 4.59).

Таблица 4.59 – Рекомендуемое среднегодовое количество рыбаков и орудий лова при промысле сига-пыхьяна в Тюменской обл. в 2021 г.

Субъект	Тип водного объекта	Квота, т	Тип орудия лова	Доля вылова на тип орудия лова	Улов, т	Вылов на орудие лова, т	Кол-во орудий лова	Вылов на рыбака, т	Кол-во рыбаков
ЯНАО	озёра	51	ставные сети	0,7	35,7	0,2	180	1,005	945
			невода	0,3	15,3	3,1	5		
	реки	634	стрежевые невода	0,22	139,5	7,7	18		
			невода	0,26	164,8	6,6	25		
			плавные сети	0,42	263,3	0,4	600		
			ставные сети	0,1	63,4	0,1	1000		
	эстуарии	265	ставные сети	0,98	259,7	0,1	2500		
			рюжи, ставные невода	0,02	5,3	0,04	150		
ХМАО	реки	5	стрежевые невода	0,2	1	1,0	1	0,09	56
			невода	0,3	1,5	0,8	2		
			плавные сети	0,5	2,5	0,02	112		

Примечание – плавная сеть длиною 75 м, ставная сеть длиною 25 м, невод длиною не более 300 м, стрежевой невод более 300 м.

В частности, в ЯНАО среднегодовое количество рыбаков при изъятии ОДУ этого вида не должно превышать 945 человек, а на территории ХМАО – не более 56 человек. Для рационального использования запасов сига-пыхьяна рекомендуется придерживаться и среднегодовых значений участия на промысле орудий лова. Предлагаемое годовое промысловое усилие не позволит превысить ОДУ, что важно для выбранной стратегии на стабильный промысел

пышьяна в пределах естественных колебаний его численности. Установление режима рыболовства необходимо учитывать при выдаче разрешений на лов рыбы и доведения его до каждого пользователя ВБР.

4.8 Сиговые Тазовского бассейна

Ихтиофауна бассейна р. Таз представлена, в основном, двумя фаунистическими комплексами: арктическим пресноводным и бореальным равнинным, её состав насчитывает более 30 видов рыб. Из сиговых здесь обитают нельма, пелядь, чир, муксун, ряпушка, сиг-пышьян, тугун. Общей закономерностью распределения ихтиоценозов является приуроченность представителей арктического пресноводного комплекса к нижнему течению р. Таз, а видов бореального равнинного комплекса к остальным более южным участкам бассейна. Основные сырьевые запасы сиговых рыб сосредоточены в нижней части реки, где их вылавливается до 90 % от общей годовой добычи. В пределах нижнего течения Таза и в его дельте сосредоточены основные места нагула сиговых. Места нереста расположены в притоках среднего и верхнего течения Таза. На годовое распространение сиговых влияет, с одной стороны, уровень воды, а с другой – ежегодно повторяющийся зимний замор в нижнем и среднем течении Таза, охватывающий и восточную часть Тазовской губы. Под воздействием замора они осенью скатываются в Тазовскую губу, где зимуют, постепенно смещаясь в её северо-западную часть. Скат отнерестившихся производителей и незрелых особей пеляди, чира, нельмы, муксуна и сиг-пышьяна в Тазовскую губу начинается до появления замора в реке. Часть из них остается на зимовку в верхнем течении и в незаморных частях нерестовых притоков Таза.

С наступлением весеннего освежения воды основная масса сиговых рыб поднимается из Тазовской губы в р. Таз, постепенно расходясь по пойменным водоёмам для нагула. Период нагула рыб в соровой системе Таза и его притоков, определяется уровнем воды и степенью созревания половых продуктов. В частности, в годы с ранним спадом воды рыба из соровой системы выходит раньше, а с поздним задерживается. Как правило, выход половозрелых особей происходит раньше, чем неполовозрелых.

Продолжительность нагульного периода производителей сиговых рыб в нижнем течении р. Таз варьирует от 1 до 1,5 месяцев, после чего они начинают подъёмную нерестовую миграцию, которая начинается иногда со второй половины июля. Начало хода производителей сиговых рыб по р. Таз в районе песка Харбей происходит в разные годы с 25 июля по 25 августа. Первоначально поднимаются пелядь и чир, а в конце идёт сиг-пышьян. По нерестовой реке Худосей начало хода пеляди приходится обычно на первую декаду августа, и её миграция продолжается до середины сентября.

Нерест у сигов происходит в октябре-ноябре на песчано-галечниковых грунтах. Отнерестившиеся рыбы скатываются вниз по течению рек, совершая свою катадромную зимовальную миграцию в Тазовскую губу. Зимовальная миграция у других видов рыб начинается несколько раньше и стимулируется стремлением достигнуть более благоприятных для их обитания акваторий. Основными сопутствующими миграции абиотическими факторами являются снижение уровня и температуры воды.

Таким образом, в бассейне р. Таз распределение сиговых рыб имеет ярко выраженный сезонный характер, обусловленный происходящими изменениями в среде обитания и адаптивными свойствами популяций рыб к её условиям.

4.8.1 *Сиг-пижъян*

Общая характеристика. Тазовское стадо сига-пижъяна населяет Тазовскую губу и реки Таз и Пур. По Тазу сиг поднимается до притока Ратта, а по Пуре – до притока Ево-Яха. Для летнего нагула в реки тазовское стадо входит во второй половине лета. В р. Таз он появляется вслед за чиром и пелядью, а в р. Пур одновременно с ними. В р. Таз идёт, главным образом, взрослый сиг в возрасте от 3 лет и старше, в Пуре же наблюдается большая примесь молоди. Основные места нагула – речные протоки. Другие пойменные водоёмы он использует мало. Тазовский сиг, кроме притоков Таза, нерестует также в протоках нижнего течения реки Пур, куда пелядь и чир заходят лишь в незначительном количестве. Продолжительность нерестовой миграции сига 2–2,5 месяца.

4.8.1.1 *Анализ доступного информационного обеспечения*

Для определения прогноза допустимого вылова имеются многолетние данные биологического анализа и массовых промеров, а также сведения по промысловым уловам.

Биологическая характеристика. Материалом для расчета промыслового запаса тазовской популяции сига-пижъяна послужили данные по размерно-возрастному составу уловов, полученные в 1982–2019 гг. в местах зимнего (Тазовская губа) и летнего (р. Таз) промыслов.

Возрастная структура промысловых уловов сига-пижъяна в период нагульно-нерестовой миграции свидетельствует об уменьшении доли пополнения вследствие вступления в промысел среднечисленных поколений 2013–2016 г. рождения (таблица 4.60).

По результатам ихтиологических исследований 2019 года в уловах на р. Таз отмечались особи сига-пижъяна длиною от 19,7 до 32,7 см (в среднем 26,1 см) (таблицы 4.60 и 4.61).

Весовые характеристики самцов и самок фактически не различались. Масса рыб в уловах изменялась от 95 до 470 г (в среднем 246 г) (таблица 4.62).

В целом рост пыжьяна в 2019 г. был значительно хуже, чем в предыдущие годы наблюдений.

Таблица 4.60 – Возрастная структура сига-пыжьяна в промысловых уловах за ряд лет, р. Таз, п. Надо-Марра

Год	Возрастная группа, %									Средневзвешанная		
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	длина, см	масса, г	возраст
2001	-	0,1	3,2	12,4	65,9	14,8	3,1	0,4	-	29,4	403	7,03
2002	-	1,1	5,8	19,6	37,7	24,9	9,3	1,0	0,2	30,3	409	7,13
2003	1,8	2,7	14,4	29,7	29,7	12,6	7,2	1,8	-	29,6	406	6,59
2004	-	3,9	19,1	26,1	30,1	11,7	7,5	1,6	-	28,4	396	6,18
2005	0,8	11,5	30,3	24,6	21,3	8,2	2,5	0,8	-	28,2	371	6,85
2006	0,8	5,2	23,7	27,2	28,1	10,0	4,1	0,9	-	29,0	382	6,28
2007	1,1	10,9	27,6	25,0	24,2	7,5	2,7	1,0	-	28,3	357	6,74
2008	0,8	2,5	35,0	31,6	20,8	7,5	1,6	0,2	-	27,1	306	6,47
2009	0,7	12,6	33,6	29,2	15,7	6,8	-	-	-	27,1	292	6,22
2010	-	5,4	24,0	39,0	24,4	5,7	1,0	0,4	0,1	28,6	320	6,42
2011	0,6	4,5	18,0	48,6	25,1	2,0	1,2	-	-	28,7	365	6,38
2012	-	2,2	17,7	41,8	29,8	7,3	0,1	1,0	0,1	28,7	372	6,27
2013	-	3,8	14,5	47,2	30,8	2,5	1,3	-	-	28,4	374	6,20
2014	-	9,8	27,0	29,0	24,7	7,3	1,7	0,5	-	29,0	380	6,30
2015	-	9,3	34,8	37,0	17,4	1,4	0,1	-	-	29,2	308	6,26
2016	2,3	15,4	23,1	37,7	19,2	2,3	-	-	-	27,4	368	5,68
2017	0,2	2,6	4,4	21,6	35,7	16,2	18,2	0,9	0,2	28,2	370	7,17
2018	0,3	4,4	16,3	32,3	30,8	13,7	2,0	0,1		26,5	259	6,39
2019		15,8	38,7	29,9	11,9	3,1	0,2	0,4		26,1	246	5,50

Таблица 4.61 – Промысловая длина (см) разновозрастных особей сига-пыжьяна, р. Таз, август 2017-2019 гг.

Возрастная группа	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n
3+	21,0	-	1	19,7	-	1	-	-	-
4+	24,4	0,9	3	23,2	0,3	6	24,7	0,3	22
5+	24,1	0,3	11	24,7	0,3	14	25,4	0,3	60
6+	25,0	0,4	17	26,4	0,4	27	26,7	0,4	47
7+	28,9	0,5	25	28,0	0,4	30	27,6	0,4	18
8+	30,6	0,3	34	29,1	0,3	18	28,7	0,3	6
9+	30,5	0,3	24	30,3	0,3	5	32,5	-	1
10+	32,1	1,1	4	32,7	-	1	30,5	-	1
11+	31,8	-	1	-	-	-	-	-	-
В целом	28,7	0,3	130	27,1	0,2	121	26,1	0,2	155

Линейный и весовой рост сига-пыжьяна р. Таз описывается уравнениями Берталанфи, построенным по среднемноголетним показателям: Параметры уравнения Берталанфи были получены методом Форда-Уолфорда.

$$L(t) = 50,108 \cdot (1 - e^{-0,0818 \cdot (t+4,84)}) \quad (83)$$

$$W(t) = 1098,4 \cdot (1 - e^{-0,1042 \cdot (t+0,74)}) \quad (84)$$

Таблица 4.62 – Средняя масса (г) тела у разновозрастных особей сига-пижьяна бассейна р. Таз, август 2017–2019 гг.

Возрастная группа	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n
3+	131	-	1	95	-	1	-	-	-
4+	220	25	3	157	24	6	206	27	22
5+	216	11	11	188	10	14	231	8	60
6+	252	15	17	237	17	27	261	13	47
7+	388	21	25	277	13	30	284	14	18
8+	449	14	34	316	10	18	327	38	6
9+	456	12	24	367	61	5	476	-	1
10+	511	49	4	470	-	1	469	-	1
11+	600	-	1	-	-	-	-	-	-
В целом	384	11	130	259	13	121	246	10	155

4.8.1.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и ихтиомассы тазовского сига-пижьяна можно использовать различные разработанные когортные модели. Однако для их настройки необходимы индексы численности, селективности и показатели интенсивности промысла. Особую сложность представляют оценки интенсивности и селективности промысла в условиях отсутствия надёжной статистики вылова по применяемым разнотипным орудиям лова.

Серьезную проблему представляет использование в детерминированных когортных моделях искусственно задаваемых коэффициентов естественной смертности, что может привести к значительным ошибкам в расчётах численности рыб. Исходя из имеющейся информации, можно применить вероятностную когортную модель – ВКМ [16,17,22,23], более десяти лет задействованную для расчёта запаса и ОДУ пижьяна.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову и интенсивности промысла позволяют применить продукционные модели расчёта биомассы и ОДУ промыслового стада пижьяна.

4.8.1.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Промысел сига-пижьяна в Тазовском бассейне осуществляется, преимущественно, в нижнем течении р. Таз и Тазовской губе. Основную долю его добычи составляет вылов на зимнем промысле в губе, который по многолетним данным в среднем составляет 60 % годового улова.

На р. Таз вследствие ряда причин экономического, технического и социального характера до 1992 г. существовал относительно стабильный режим рыболовства. В эти годы ловился 30 закидными неводами длиной 300–500 м с шагом ячей 40 мм в крыльях и 22 мм в кутке, выставлялось 2200–2800 сетей с ячей 40–60 мм. Промысел в период открытой воды состоял из двух этапов, а именно: сетного и неводного. С 1992 г. интенсивность промысла сильно снизилась, сетной лов полностью прекратился. Это повлекло за собой существенное снижение уловов.

На р. Таз неводной лов ведется на 9 песках: Надо-Марра, Саньков-Марра, Харбей, Яунтарка, Лысо-Марра, Нямгудочи, Маяк-Марра, Вани-Марра, Сотый. Неводной лов начинался на верхних песках, которые открывались первыми. Основу уловов здесь составлял язь. В это время наблюдался значительный прилов молоди чира – до 35 % к охраняемым видам, что становилось причиной закрытия промысла органами рыбоохраны. В более поздний срок неводной лов велся на нижних песках, и состав уловов менялся в сторону увеличения сиговых.

Максимальный вылов тазовского сига-прыжьяна, по данным Нижнеобьрыбвода, за последние 50 лет составил 1053 т (1946 г.), минимальный улов пришелся на 1969 г., когда было поймано всего 32 т, т.е. в 33 раза меньше максимального. Вылов сига-прыжьяна Тазовского бассейна в 2019 г. составил 422,8 т.

Полиноминальное уравнение отражает общую тенденцию увеличения уловов сига-прыжьяна (рисунок 4.70), что связано с изменением урожайности отдельных поколений и интенсивности промысла.

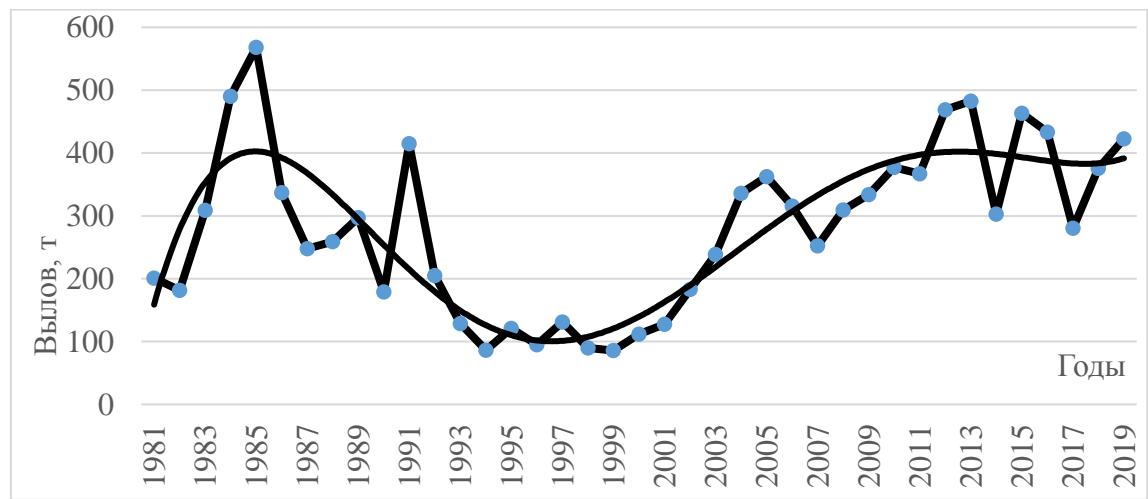


Рисунок 4.70 – Динамика уловов сига-прыжьяна в Тазовском бассейне

В целом, колебания уловов носят циклический закономерный характер и в значительной мере обуславливаются сменой фаз водности бассейна и промысловой нагрузкой в отдельные периоды времени.

В 1995–1999 годах при относительно стабильной интенсивности промысла, уловы сига-пыхьяна на одного рыбака снижались, а начиная с 2000 г. по 2013 г., наоборот, возрастили, что свидетельствует об увеличении промыслового запаса и интенсивности промысла до 2009 г. (рисунок 4.71).

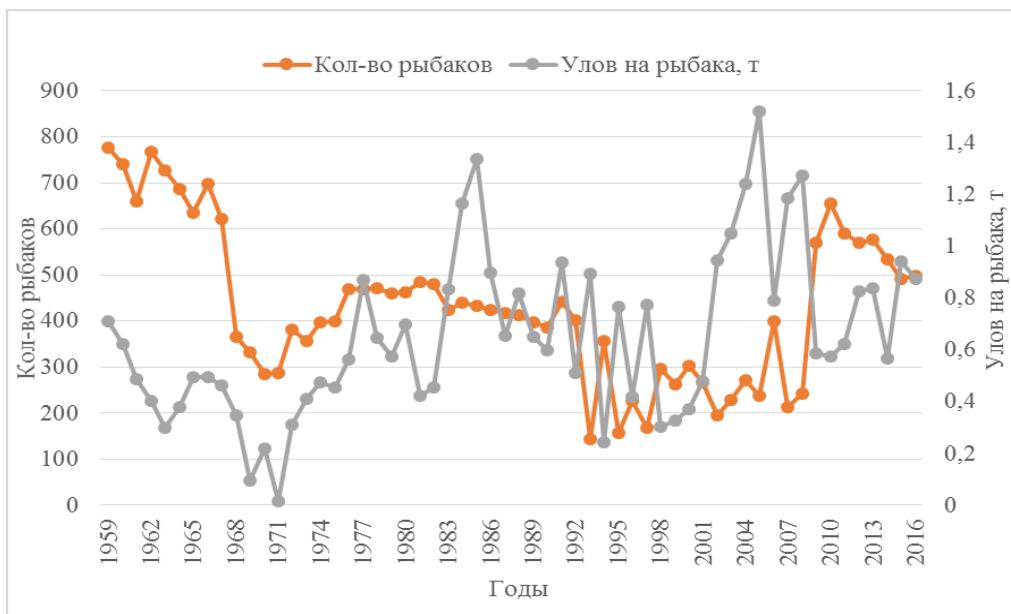


Рисунок 4.71 – Вылов тазовского сига-пыхьяна на рыбака и количество рыбаков

С 2010 г. количество рыбаков стало снижаться, в основном на зимнем промысле, что обусловило некоторое снижение общего вылова сига.

Состояние запасов.

Рассчитанные когортным методом численность и ихтиомасса промысловой части популяции тазовского сига-пыхьяна (с возраста 3+) свидетельствуют, что, начиная с 2013 г. эти показатели значительно увеличивались и в последние годы стабилизировались на высоком уровне. Прогнозируемая на 2021 г. численность составляет 11077,4 тыс. шт. (рисунок 4.72).

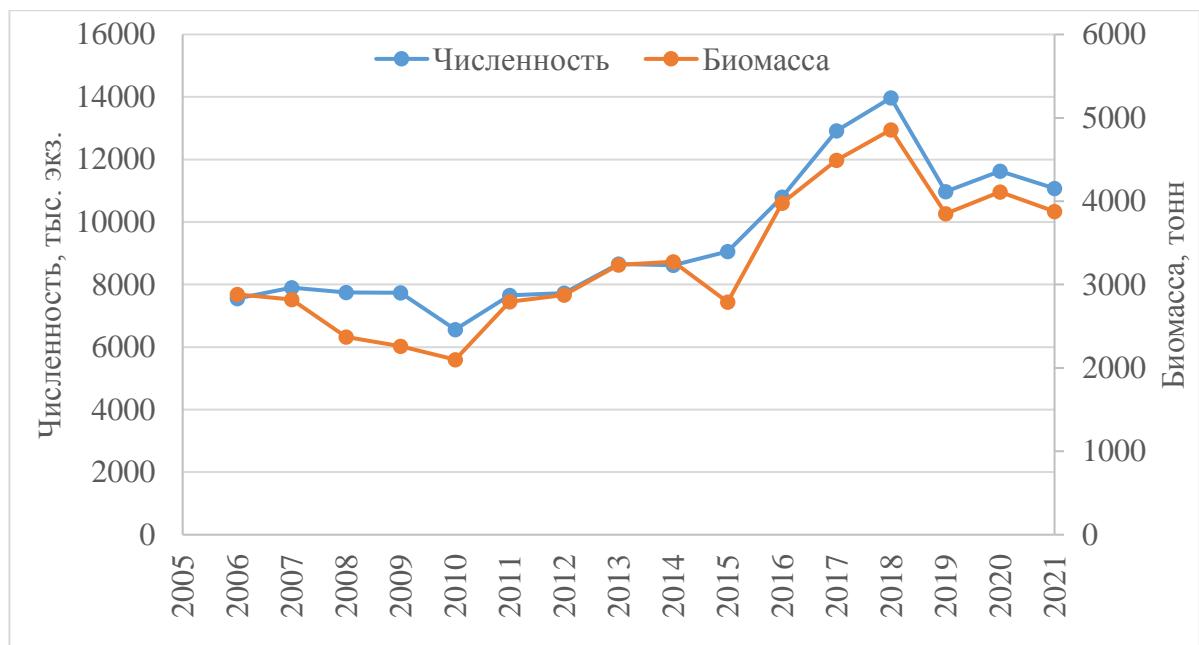


Рисунок 4.72 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада тазовского сига-пижъяна

4.8.1.4 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ пижъяна на ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1 «Материал и методика».

После базового расчёта численности стада тазовского сига-пижъяна по вероятностной когортной модели для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности по возрастным группам предварительно определена экспоненциальная зависимость уменьшения численности в разных поколениях с использованием вспомогательных расчётов численности в возрасте максимальной продуктивности (4+) – по методу Алверсона – Карни и по уравнению Баранова, по вероятностной когортной модели для возраста максимального вылова генерации, а также с включением данных по численности в максимально наблюдаемом возрасте и предельном, рассчитанном по параметрам уравнения Берталанфи (формулы 99 и 100) (рисунок 4.73).

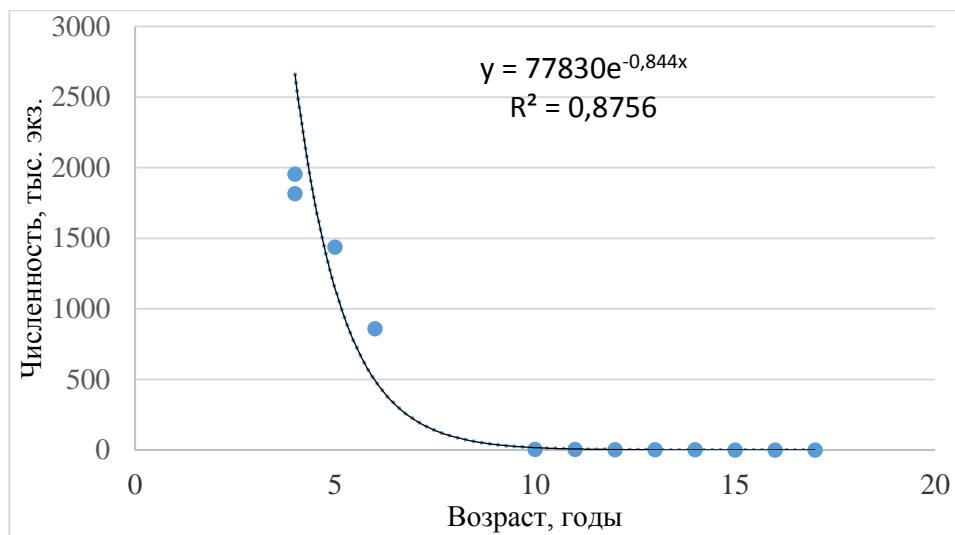


Рисунок 4.73 – Изменение численности тазовского сига-пижьяна с возрастом

Максимально продуктивный возраст для тазовской популяции сига-пижьяна по расчётом вероятностной когортной модели – пятилетки. По методу Алверсона-Карни кульминация ихтиомассы в эксплуатируемом запасе наступает в возрасте 3,8 года ($10 \times 0,38$).

Некоторые результаты расчётов представлены в таблице 4.63 и на рисунке 4.73, из которого видно, что уменьшение численности с возрастом лучше всего аппроксимировалось экспонентой. Значения Z, M, C, N взяты из базового расчёта по ВКМ.

Таблица 4.63 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений тазовского сига-пижьяна

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C, тыс. экз.	N, тыс. экз.		
2002	3,80	0,40	0,19	226	1347	10	16,7
2003	3,42	0,62	0,27	422	1613	9	16,2
2004	3,80	0,42	0,11	423	1664	10	16,4
2005	3,42	0,59	0,31	274	1313	9	16,2
2006	3,80	0,46	0,32	180	1639	10	16,2

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.64 и на рисунке 4.74.

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации сига-пижьяна (пример на рисунке 4.75), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

Таблица 4.64 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений тазовского сига-пүжъяна

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	2002	2003	2004	2005	2006		
3	0,45		0,41		0,33	0,40	0,03
4	0,27	0,24	0,24	0,22	0,24	0,24	0,01
5	0,16	0,20	0,19	0,24	0,26	0,21	0,02
6	0,06	0,20	0,13	0,39	0,24	0,21	0,06
7	0,26	0,31	0,22	0,30	0,28	0,27	0,02
8	0,32	0,44	0,68	0,24	0,02	0,34	0,11
9	0,61		0,48		0,19	0,43	0,10
10	0,45		0,46		0,45	0,45	0,01

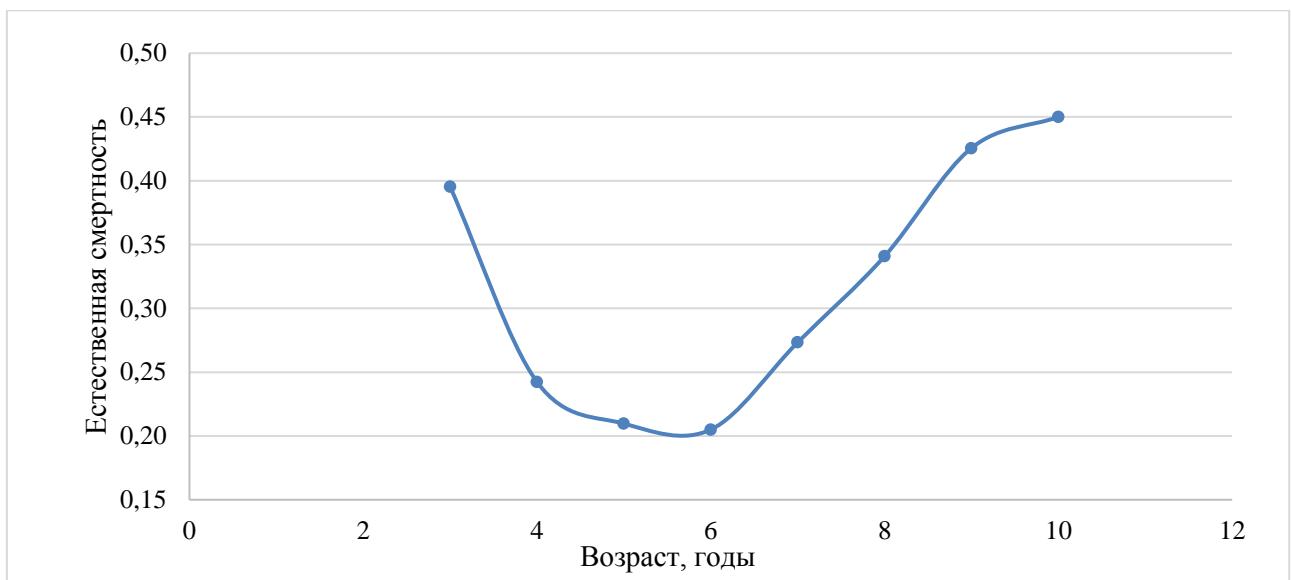


Рисунок 4.74 – Динамика естественной смертности тазовского сига-пүжъяна

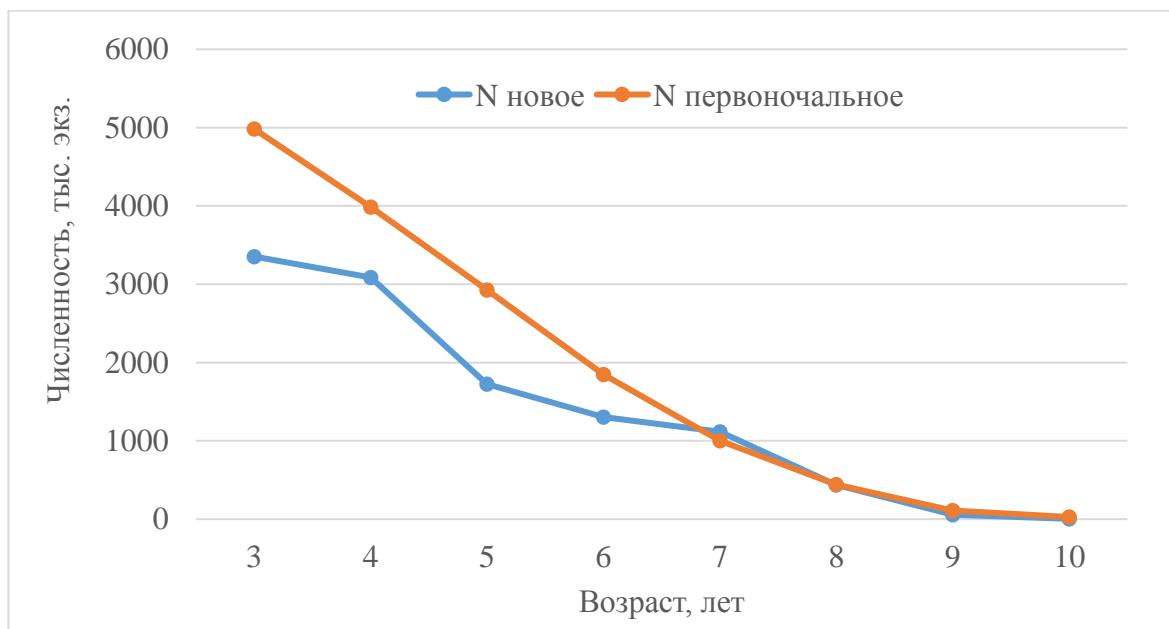


Рисунок 4.75 – Изменение численности генерации сига-пыхъяна после корректировки.

В 2021 г. прогнозируемая методом вероятностного когортного анализа численность сига-пыхъяна составила 11077,4 тыс. экз., а ОДУ – 437 т (таблица 4.65).

Таблица 4.65 – Расчёт ОДУ и РВ тазовского сига-пыхъяна

Показатели	Возраст								Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
s	2,60	2,30	1,45	0,88	0,34	0,72	0,21	0,13	
N_{2021} , тыс. экз.	3353,3	3085,8	1301,7	1723,6	1116,2	437,4	55,0	4,3	11077,4
$\Delta W_{\text{инд.}}$, г		64	44	43	58	78	72	173	
$Y_{\text{биопрод.}}$, тонн	4,3	197,5	76,4	56,4	64,5	34,1	4,0	0,7	437,9

Приведенные результаты свидетельствуют, что промысловый запас сига-пыхъяна Тазовского бассейна находится на достаточно высоком уровне. Из 437 т в Тазовской губе планируется вылов в размере 231 т, а 206 т объёма ОДУ распределяется на пресноводные водные объекты.

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ в 2021 г. на запас тазовского сига-пыхъяна в 2022 г. выполнена на основании уравнения убыли генерации с учётом улова и выживаемости. Результаты расчётов приведены в таблице 4.66.

Таблица 4.66 – Оценка влияния изъятия ОДУ и РВ в 2022 г. на запас тазовского сига-пыхъяна

Показатель	Возрастная группа								Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
M_i	0,14	0,26	0,29	0,28	0,19	0,15	0,19	0,14	
C_{2021} , тыс. экз.	37,4	1099,3	341,3	210,9	198,3	84,5	8,3	1,2	1981,2
N_{2021} , тыс. экз.	3353,3	3085,8	1723,6	1301,7	1116,2	437,4	55,0	4,3	11077,4
N_{2022} , тыс. экз.	3791,2	4015,5	2272,0	821,5	932,9	495,5	109,4	13,4	12451,6
ср. Винд. 2013-2019 гг., г	116	180	224	267	325	403	475	648	
B_{2021} , т	389,0	554,4	291,6	460,7	362,8	176,2	26,1	2,8	2263,7
B_{2022} , т	336,9	721,4	508,9	219,6	303,3	199,6	52,0	8,7	2350,4

Как видно из таблицы 4.66, расчёчная численность и биомасса тазовского сига-пыхъяна в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ и РВ по сравнению с 2021 г. увеличится, соответственно на 7% и почти на 4 %, то есть реализация ОДУ и РВ не приведет к сокращению запаса.

Наряду с определением величины ОДУ запаса тазовского сига-пыхъяна по вероятностной когортной модели были выполнены расчёты по прикладной программе COMBI 4.0, в основе которой используются различные продукционные модели: Шефера, Фокса и Пелла-Томлинсона.

Входными данными для расчета ОДУ послужили: официальный вылов и стандартизированная по Тазовскому рыбзаводу численность рыбаков за период с 2005 по 2019 гг. (рисунок 4.76).

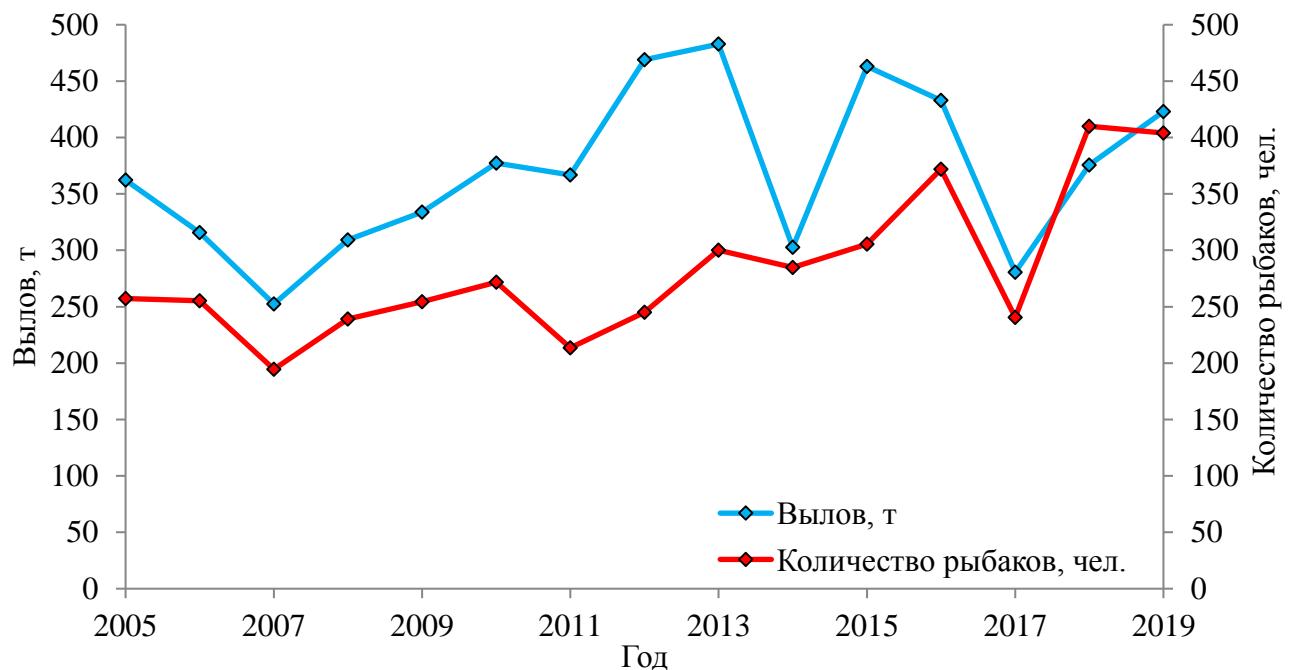


Рисунок 4.76— Промысловая статистика использования запаса тазовского сига-пижьяна

Результаты использования оптимизационной процедуры указывают на то, что наибольшее приближение к наблюденным данным обеспечивает модель Фокса ($r=0,581$) с целевой функцией логистической суммы квадратов и следующими параметрами:

$$r = 0,16; \quad K = 5553; \quad q = 0,0005; \quad L = 0,294.$$

Продукционная кривая изображена на рисунке 4.76. Значения биологических ориентиров управления, оцененные с помощью модели Фокса, составляют:

$$B_{MSY} = 2043 \text{ т}; \quad MSY = 333 \text{ т}.$$

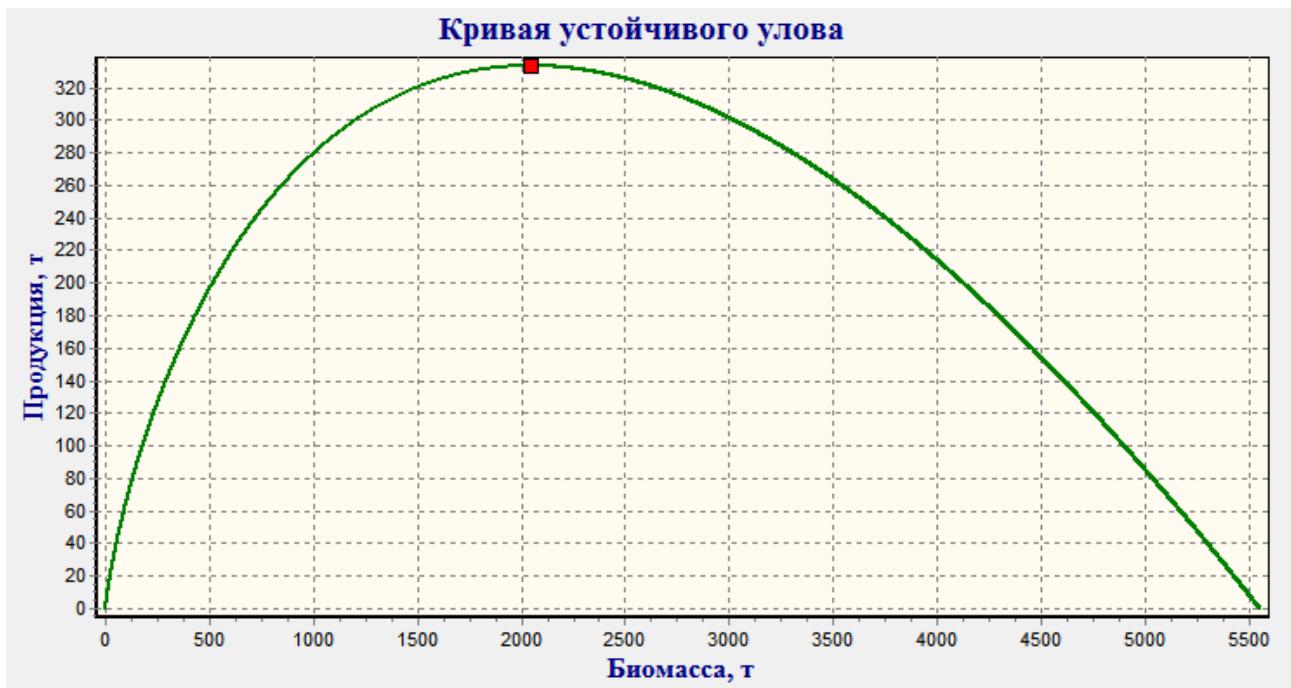


Рисунок 4.76 – Продукционная кривая запаса тазовского сига-пыхьяна

При определении величины ОДУ использовано адаптивное ПРП с логистической функцией (рисунок 4.77). При использовании данной схемы ПРП $F_{MSY} = 0,16$.



Рисунок 4.77 – Правила регулирования промысла запаса тазовской сига-пыхьяна

Таким образом, при использовании модели Фокса с целевой функцией суммы квадратов и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид:

Время восстановления, лет	Средняя биомасса на прогнозе, т	Средний улов на прогнозе, т	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Улов прогнозный к ретроспективе	Вероятность $B_{прогноз-ная} < B_{lim}$	Вероятность $C_{прогнозный} < C_{lim}$
0	1943,7	311	0,8	0,8	0	0,021

В соответствии с принятым ПРП величина ОДУ на 2021 г. для запаса тазовского сига-пыхъяна составляет 361 т.

4.8.1.5 *Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла*

В качестве биологических ориентиров состояния тазовского сига-пыхъяна могут выступать биологические показатели, приведенные в таблице 4.70. Средний возраст рыб в промысловых уловах должен находиться в пределах 6,0–7,0 лет, а средняя масса составлять 300–400 г. Данные показатели являются индикаторами хорошего состояния промыслового запаса пыхъяна.

Кроме того, важнейшим биологическим параметром является численность рыб.

Расчётные прогнозируемые величины численности в результате реализации ОДУ не должны приводить к существенному сокращению промыслового запаса.

Для расчётных величин биомассы промзапаса и ОДУ сига, полученных на ВКМ, проводится анализ воздействия на его стадо с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчета целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит исследование зависимости прибавочной продукции (прирост биомассы, $Y_{prod.}$) от биомассы запаса (рисунок 4.78).

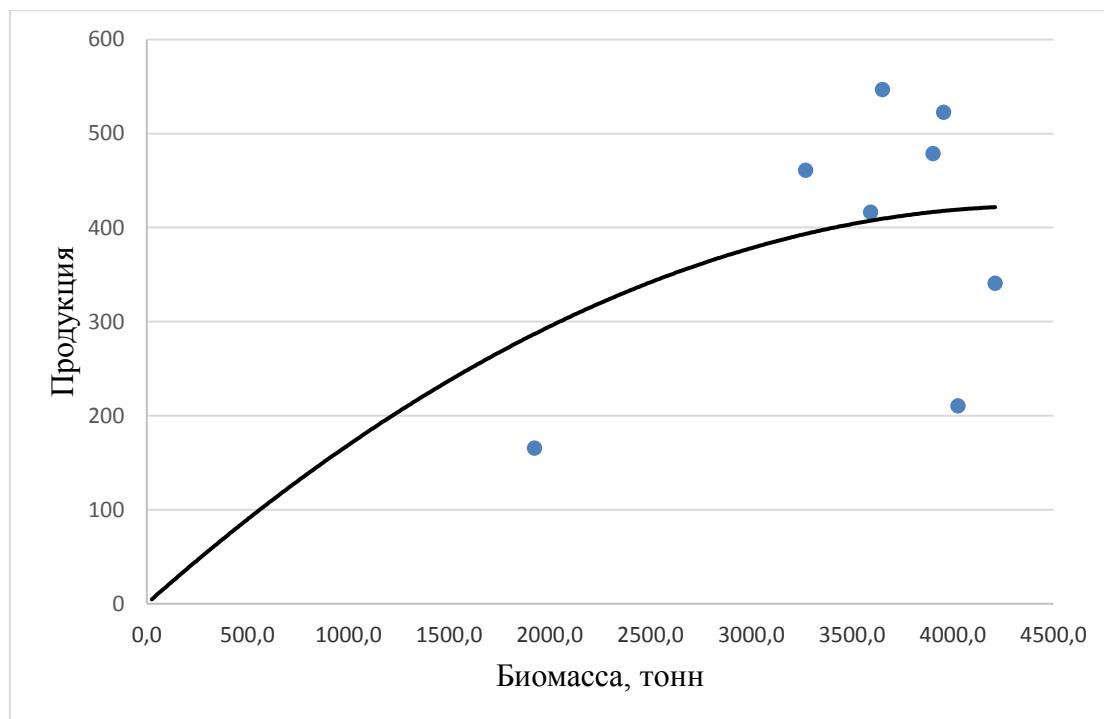


Рисунок 4.78 – Зависимость продукции от биомассы запаса тазовского сига-пыхъяна

Точка перегиба параболической связи биомасса-продукция запаса есть не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющее получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$).

$$B_{tr} - 3500 \text{ т} \quad C_{tr} - 406 \text{ т.}$$

Исходя из средней массы рыб, выражаем данные показатели через численность рыб и определяем действительный коэффициент промысловой смертности, при котором будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса:

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,31 \quad (85)$$

При дальнейшем поддержании запаса в районе биомассы, дающей максимальную продукцию, может создаться положение, когда он будет находиться в условно равновесном состоянии.

Определение граничных ориентиров. Ориентир биомассы B_{lim} , как правило, указывает на значение биомассы нерестовой части запаса, вследствие подрыва которой запас не может продуцировать замещающую численность. В нашем случае показатель B_{lim} определялся как минимальная биомасса промыслового стада, включающего минимальную биомассу производителей гарантирующих восстановливающий уровень пополнения и равняется 300 т.

Интенсивность промысла φ_{Flim} в данном случае не что иное, как величина, при достижении которой происходит излишний промысловый пресс, вследствие чего возникает высокая вероятность, что запас не сможет восстановиться, и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,50 \quad (86)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} умогут привести к подрыву запаса и необходимость в правильном регулировании или запрете промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 453 \quad (87)$$

Буферный критерий по интенсивности промысла φ_{Fpa} определялся исходя из уравнения:

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,44 \quad (88)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.79) можно приступить к расчету величины ОДУ и регулированию промысла.

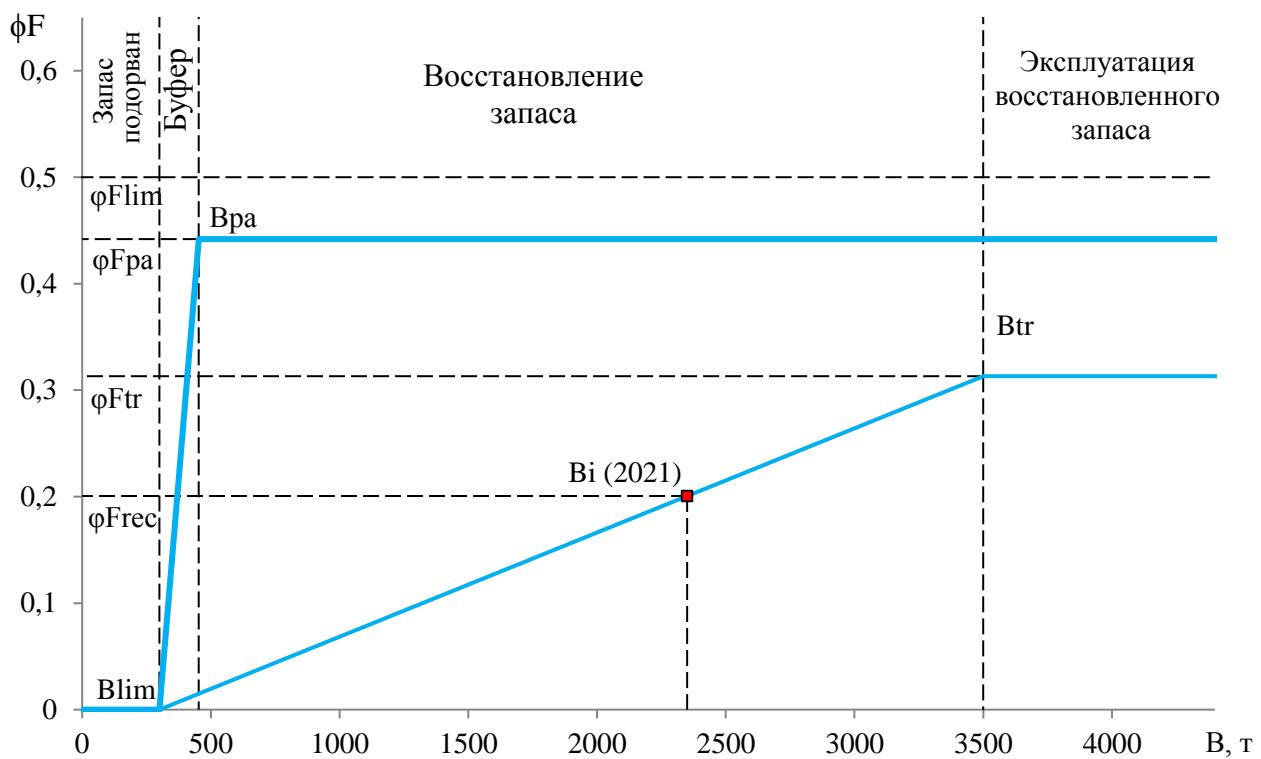


Рисунок 4.79– Схема ПРП запаса тазовского сига-пыхъяна

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

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

$$\varphi_{Frec} = 0$$

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

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

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

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

Исходя из рассчитанной величины биомассы 2263 т, можно заключить, что запас тазовского сига-пыхъяна в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии, в области восстановления, но далеко от буферной зоны возможного состояния, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,20 \quad (89)$$

$$ОДУ_{2021} = B_i \times \varphi_{Frec} = 471 \quad (90)$$

Величина допустимого изъятия тазовского сига-пыхъяна по ПРП на 2021 г. составит 471 т (таблица 4.67) при величине 438 т, полученной вероятностной когортной моделью (см. таблицу 4.56) и 361 т – по модели Фокса. Поскольку, как было показано (см. таблицу 4.74), при промысловом изъятии 438 т промысловая биомасса сига в последующем значительно возрастёт, то рекомендуется величину его ОДУ установить в 438 т.

Таблица 4.67 – Расчёт допустимого изъятия сига-пыхъяна тазовского бассейна на 2021 г.

ПРП по данным, полученным на ВКМ

B _{rt} , т	C _{rt} , т	B _{lim} , т	C _{lim} , т	B _{pa} , т	C _{pa} , т	ϕF _{tr}	ϕF _{lim}	ϕF _{pa}	B _{i(2021)} , т	ϕF _{rec}	ОДУ _{i2021} , т
3500	406	300	150	453	200	0,31	0,50	0,44	2263	0,20	471,4

4.8.1.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

Результаты анализа динамики численности популяций сигов, темпа роста биомассы их особей и ожидаемое увеличение интенсивности промысла свидетельствует о необходимости снижения текущего уровня эксплуатации их промысловых запасов для улучшения воспроизводства сигов. Учитывая, что средний вылов на одну сеть за последние пять лет составляет 329 кг, считаем, что для добычи тазовской сигов в Тазовской губе необходимо будет выставить 700 сетей. Летний неводной лов производить на 9 традиционных песках: Надо-Марра, Яунтарка, Харбей, Вани-Марра, Саньков-Марра, Маяк-Марра, Новенький, Нямгудочи, Сотый КМ.

4.8.2 Пелядь

Общая характеристика стада. Ареал тазовского стада пеляди включает в себя Тазовскую губу, реки Таз, Пур и их притоки. Тазовское стадо пеляди имеет обособленные места нагула, зимовки и нереста. Пути его миграции не совпадают с миграционными путями обского стада. Зиму тазовская пелядь проводит в северной части Тазовской губы – в районе от р. Поилова до мыса Наблюдений. За мысом Наблюдений по направлению к Обской губе она обычно не встречается. Таким образом, места зимовки обской и тазовской пеляди разобщены. В районе зимовки пелядь, как и другие сиговые рыбы, совершает лишь ограниченные передвижения, определяемые в основном распространением заморных вод.

Весенняя миграция начинается, когда губа еще закрыта льдом, но вскрывшиеся тундровые реки уже освежают прибрежные воды. Первые весенние косяки появляются в устьях р. Таз и Пур позже, чем в дельте Оби. Продолжительность хода – 10–15 дней, хотя начало, интенсивность и окончание его могут меняться в зависимости от гидрологических условий года. Войдя в реки, пелядь рассеивается для нагула по многочисленным сорам и протокам нижних

течений р. Таз и Пур. Подъем производителей к местам нереста начинается в июле. Основные нерестилища тазовской пеляди расположены в верховьях правого притока р. Таз – р. Худосей, на расстоянии 200–300 км от места его впадения в р. Таз. В р. Худосей пелядь появляется в начале августа, заканчивается ход во второй половине сентября. Кроме р. Худосей, пелядь нерестует и в других притоках верхнего течения р. Таз: реках Печаль-Кы, Каралька, Ватылька, Поколька, Ратта. Имеются нерестилища и в р. Пур, но их удельный вес в воспроизводстве этой рыбы невелик. В октябре начинается скат рыбы в Тазовскую губу, заканчивающийся в конце ноября или в декабре. Часть производителей остается на зимовку в незаморных притоках.

4.8.2.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза допустимого вылова пеляди имеются многолетние показатели биологического анализа и массовых промеров, а также многолетние сведения по промысловым уловам.

Биологическая характеристика.

Анализ возрастного состава пеляди за ряд лет показывает, что в промысел вступили среднечисленные поколения 2015–2016 годов рождения. Наблюдается увеличение пополнения (3+ лет) и особей 4+-5+ лет (таблица 4.68).

Уменьшение средневзвешенных показателей длины до 25,4 см и массы до 257 г при одновременном снижении возраста популяции до 4,7 лет обусловлено не оптимальными условиями нагула в 2019 г.: поздними сроками захода пеляди из Тазовской губы в р. Таз и относительно низкими температурами воды летом.

В промысловых неводных уловах отмечались особи пеляди длиною от 20,1 до 30,3 см (в среднем 25,4 см) (таблица 4.69), модальной размерной группой являлись особи длиною 23 см. Масса рыб в уловах варьировала от 123 до 584 г (в среднем 257 г) (таблица 4.70), причем рост пеляди уменьшился по сравнению с предыдущими годами (таблицы 4.68 – 4.70).

Таблица 4.68 – Возрастная структура пеляди в промысловых уловах за ряд лет, р. Таз, неводной песок Надо-Марра, август, %.

Годы	Возрастные группы								Средневзвешанная		
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	длина, см	масса, г	возраст
2000	2,1	37,4	36,2	15,6	7,3	1,3	0,1	-	28,8	424	4,0
2001	0,6	16,8	49,0	25,6	7,8	0,3	-	-	28,7	409	4,2
2002	-	25,6	40,9	28,8	3,5	0,6	0,1	0,3	28,9	381	4,1
2003	0,2	11,8	37,6	38,4	8,8	2,4	0,8	-	29,0	394	4,5
2004	0,3	23,6	36,1	26,1	11,7	1,1	0,6	0,6	29,7	416	4,3
2005	0,8	16,0	39,2	34,4	6,4	2,9	0,3	-	28,7	405	4,4
2006	0,7	17,6	36,9	32,0	10,3	2,0	0,5	-	29,0	415	4,4
2007	0,8	10,8	52,5	29,2	5,8	0,8	-	-	27,5	387	4,3
2008	0,3	22,4	44,2	26,6	5,2	0,8	0,5	-	27,5	322	4,2
2009	0,2	19,3	41,8	28,6	8,2	1,6	0,3	-	27,3	326	4,3
2010	0,4	7,0	21,2	39,1	28,2	2,7	1,5	-	27,4	350	4,8
2011	0,2	6,6	22,4	47,9	19,3	3,0	0,4	0,2	27,3	335	4,7
2012	0,4	7,0	21,2	39,1	28,2	2,7	1,5	-	28,0	380	4,7
2013	0,2	10,3	26,0	35,2	23,9	2,7	1,8	-	28,3	375	4,5
2014	0,3	7,8	27,5	35,0	25,8	2,8	0,8	-	28,8	390	4,6
2015	-	7,6	20,4	30,5	33,1	7,7	0,6	0,1	28,9	388	4,8
2016	-	0,3	13,4	68,3	14,6	1,3	2,1	-	25,2	283	4,1
2017	-	1,6	27,4	23,9	26,8	16,8	3,1	0,4	25,3	292	4,4
2018	0,3	17,8	22,7	28,7	24,7	5,8	-	-	25,2	282	4,7
2019	0,6	8,2	34,6	39,1	13,4	2,4	1,1	0,6	25,4	257	4,7

Таблица 4.69 – Промысловая длина (см) разновозрастных особей пеляди, р. Таз, август

Возрастная группа	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n
2+				20,4	-	1	22,4	-	1
3+	21,3	0,5	4	24,0	0,2	24	24,5	0,3	9
4+	23,1	0,2	14	24,3	0,2	30	24,9	0,2	44
5+	24,2	0,2	34	25,4	0,2	37	25,8	0,2	59
6+	26,2	0,2	81	26,3	0,2	37	26,7	0,2	22
7+	27,0	0,2	40	26,9	0,2	10	28,2	0,2	7
8+	26,8	0,4	6				28,6	-	1
9+	28,7	0,5	2						
В целом	25,7	0,1	181	25,2	0,1	139	25,4		143

В популяции пеляди в летний период 2019 г. соотношение полов было близко 1:1,1 (таблица 4.71). Различия в соотношении полов в разных возрастах обусловлены более ранним половым созреванием самцов и, как следствие, их преобладанием в младших возрастных группах. Несмотря на различия в сроках полового созревания и продолжительности жизни самцов и самок, достоверных внутрипопуляционных различий в их росте не прослеживается. После достижения половой зрелости самки несколько опережают по темпу роста самцов.

Таблица 4.70 – Средняя масса (г) разновозрастных особей пеляди, р. Таз, август

Возрастная группа	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n	средняя	m_x	n
2+	-	-	-	150	-	1	151	-	1
3+	149	14	4	235	14	24	213	12	9
4+	205	14	14	254	14	30	236	7	44
5+	239	10	34	285	10	37	266	10	59
6+	316	8	81	328	8	37	288	13	22
7+	347	13	40	340	13	10	338	34	7
8+	354	33	6				343	-	1
9+	473	110	2						
В целом	299	7	181	284	4	139	257	4	143

Таблица 4.71 – Процентное соотношение самок и самцов пеляди р. Таз, август 2019 г.

Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	В целом
Доля самок, %	25,0	35,7	29,4	51,9	62,5	47,5
Доля самцов, %	75,0	64,3	70,6	48,1	37,5	52,5

Интенсивность питания пеляди, как и у других сиговых, во время нерестовой миграции была низкой. В среднем степень наполнения желудочно-кишечного тракта составляла 0,6 балла. Различий по степени наполнения у самцов и самок не установлено. Рыба интенсивно продолжала летний нагул, при этом жировые отложения на внутренних органах пеляди были значительными, в среднем составляли 1,4 балла. В период исследований жирность разнополых рыб была практически одинаковой, увеличиваясь у рыб старших возрастных групп.

Линейный и весовой рост пеляди р. Таз описывается уравнением Берталанфи, а в качестве исходных данных использовались средние показатели длины и массы пеляди за последние пять лет наблюдений:

$$L(t) = 39,533 \cdot (1 - e^{-0,154 \cdot (t+3,4)}) \quad (91)$$

$$W(t) = 948,7 \cdot (1 - e^{-0,214 \cdot (t+0,58)}). \quad (92)$$

Таким образом, условия нагула пеляди в бассейне р. Таз в 2019 г. так же, как и других сигов, были благоприятными.

4.8.2.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и ихтиомассы тазовской пеляди можно использовать различные разработанные когортные модели. Однако для их настройки необходимы индексы численности, селективности и показатели интенсивности промысла. Особую сложность представляют оценки интенсивности и селективности промысла в условиях отсутствия надёжной статистики вылова по применяемым разнотипным орудиям лова.

Серьезную проблему представляет использование в детерминированных когортных моделях искусственно задаваемых коэффициентов естественной смертности, что может привести к значительным ошибкам в расчётах численности рыб. Исходя из имеющейся информации, можно применить вероятностную когортную модель – ВКМ [16,17,22,23], более десяти лет задействованную для расчёта запаса и ОДУ пеляди.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову и интенсивности промысла позволяют применить продукционные модели расчёта биомассы и ОДУ промыслового стада пеляди.

4.8.2.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. В реках Обь и Таз обитают два крупных стада пеляди – обское и тазовское. Пелядь – основной промысловый объект в этих бассейнах. Наибольшей численности вид достигает в Обском бассейне, где вылавливают 95 процентов от общего его вылова по странам СНГ. Между тем, на тазовское стадо пеляди приходится примерно 20 процентов добычи от общего вылова по водоемам в Западной Сибири [53].

Промысел пеляди в Тазовском бассейне осуществляется, на р. Таз и в Тазовской губе.

По многолетним данным средний вылов в губе составляет 33 % от годового улова. Статистика свидетельствует о широком размахе колебаний уловов пеляди в бассейне р. Таз за последние 30 лет (1981–2019 гг.), а именно: с 139 до 835 т (рисунок 4.80).

Значительный диапазон колебания уловов пеляди объясняется не только влиянием гидрологического режима на её рост и размеры, но и изменениями промыслового запаса. Полиноминальное уравнение (см. рисунок 4.80) отражает общую тенденцию возрастания уловов пеляди в последнее десятилетие, что связано с увеличением интенсивности промысла.

Повышению интенсивности лова способствует усиление первичной обработки на летнем неводном промысле за счёт установок шоковой заморозки, внедрённых после 2007 г. Даже снижение численности рыбаков при этом в последние годы не уменьшило интенсивности вылова пеляди и других рыб, поскольку количество суточных притонений продолжало увеличиваться.

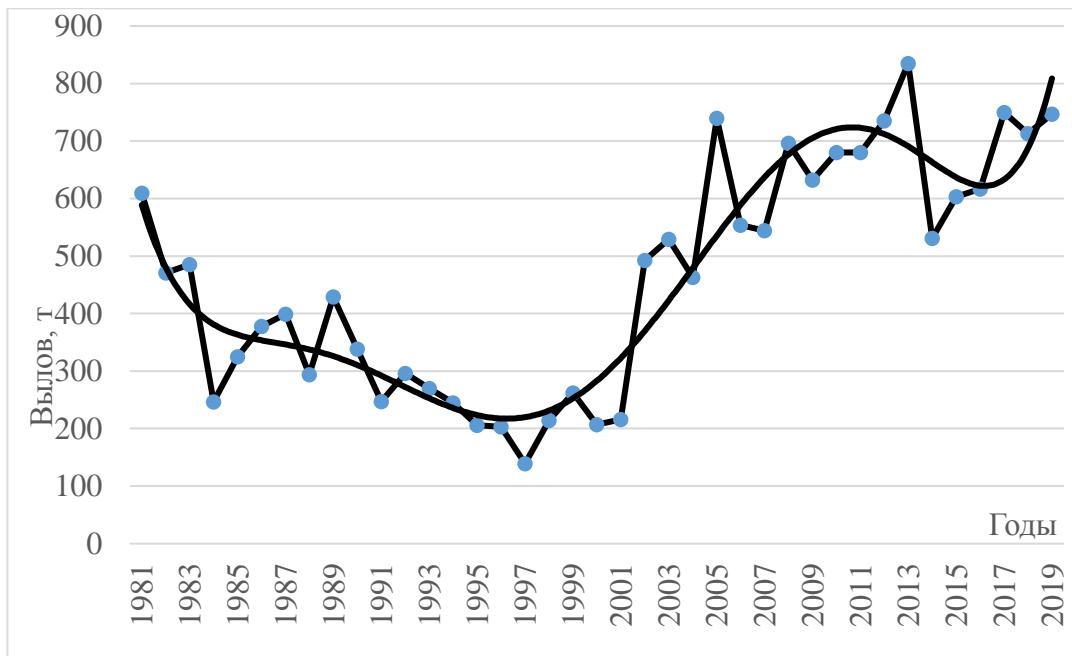


Рисунок 4.80 – Динамика уловов пеляди в Тазовском бассейне

При уменьшении количества рыбаков, особенно с 2002 года и одновременном увеличении численности промыслового стада пеляди наблюдалось резкое возрастание улова на одного рыбака.

В 2009 г. количество рыбаков скачкообразно повысилось, продержавшись на высоком уровне до 2014 г., после чего стало снижаться. Уловы на рыбака менялись при этом синхронно-противофазно (рисунок 4.81).

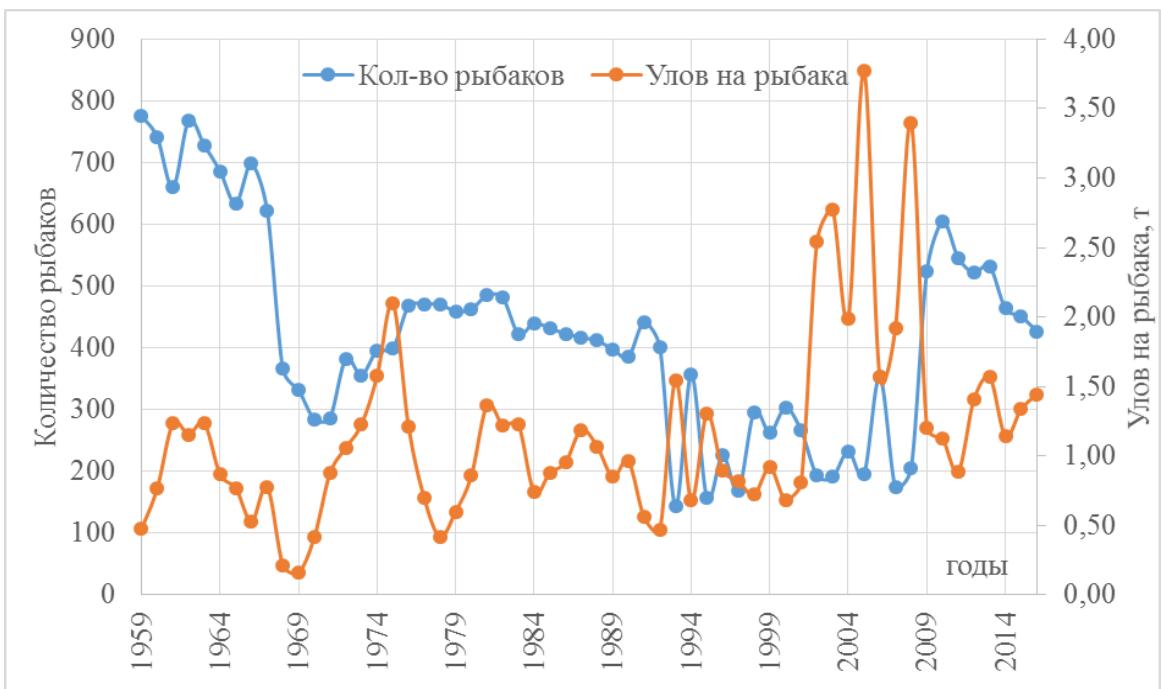


Рисунок 4.81 – Вылов тазовской пеляди на рыбака и количество рыбаков

Вылов пеляди Тазовского бассейна в 2019 г. составил 746,9 т.

Состояние запасов.

Расчёт численности пеляди на 2021 г., выполненный по ВКМ, свидетельствует о том, что в Тазовском бассейне в результате увеличения интенсивности промысла промзапас пеляди с 2014 по 2018 гг. снижался. В 2020-2021 гг. ожидается возрастание её стада (рисунок 4.82).

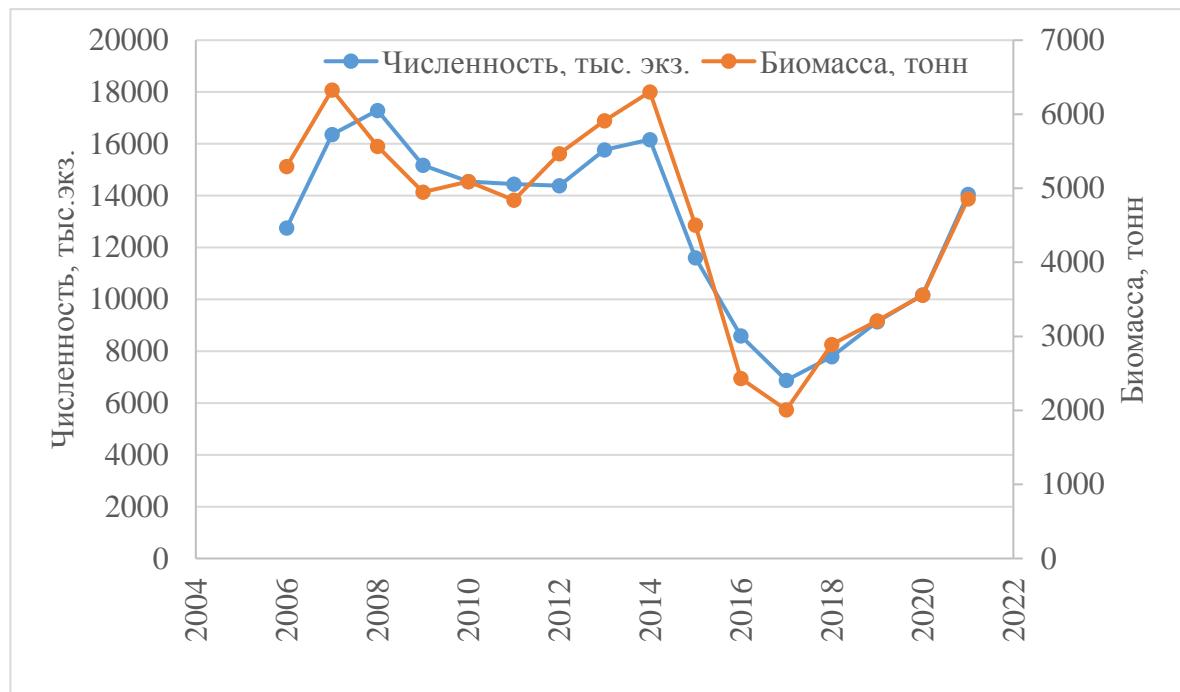


Рисунок 4.82 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада тазовской пеляди

4.8.2.4 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

После базового расчёта численности стада тазовской пеляди по вероятностной когортной модели (см. раздел «Материал и методика») для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности по возрастным группам предварительно определён вид зависимости уменьшения численности в разных поколениях с использованием вспомогательных расчётов численности в возрасте максимальной продуктивности (3+ лет) – по методу Алверсона – Карни и по уравнению Баранова, по вероятностной когортной модели для возраста максимального вылова генерации, а также с включением данных по численности в максимально наблюдаемом возрасте и предельном, рассчитанном по параметрам уравнения Берталанфи (рисунок 4.83).

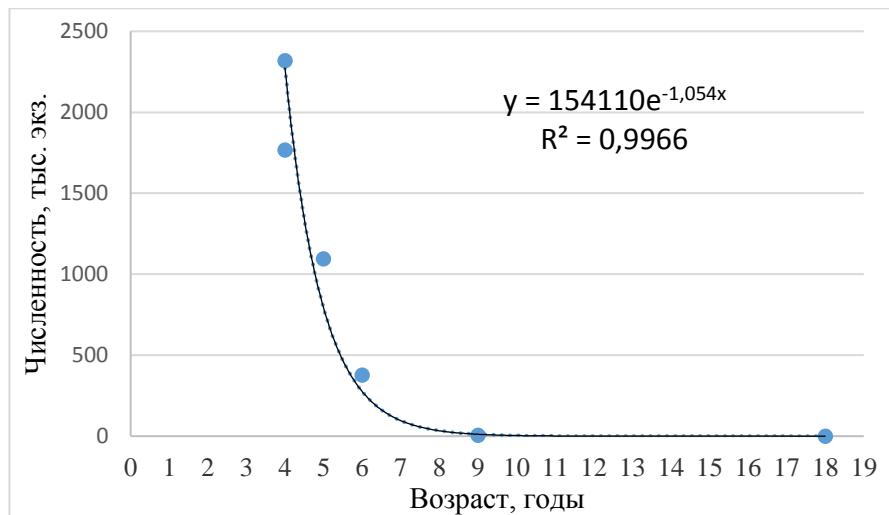


Рисунок 4.83 – Изменение численности пеляди с возрастом

Таблица 4.72 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений тазовской пеляди

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	Z	M	C, тыс. экз.	N, тыс. экз.		
2001	3,42	0,81	0,36	404	1200	9	18,7
2002	3,42	0,70	0,33	402	1500	9	18,1
2003	3,42	0,72	0,24	616	1800	9	17,6
2004	3,80	0,70	0,29	492	1700	10	17,1
2005	3,80	0,81	0,37	738	2400	10	19,1

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.73 и на рисунке 4.84 .

Таблица 4.73 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений тазовской пеляди

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	2001	2002	2003	2004	2005		
3	0,41	0,47	0,41	0,44	0,33	0,41	0,02
4	0,25	0,24	0,18	0,21	0,26	0,23	0,01
5	0,20	0,25	0,22	0,16	0,19	0,20	0,02
6	0,24	0,27	0,44	0,23	0,17	0,27	0,05
7	0,38	0,31	0,35	0,32	0,11	0,29	0,05
8	0,29	0,44	0,31	0,27	0,37	0,34	0,03
9				0,40	0,56	0,48	0,05

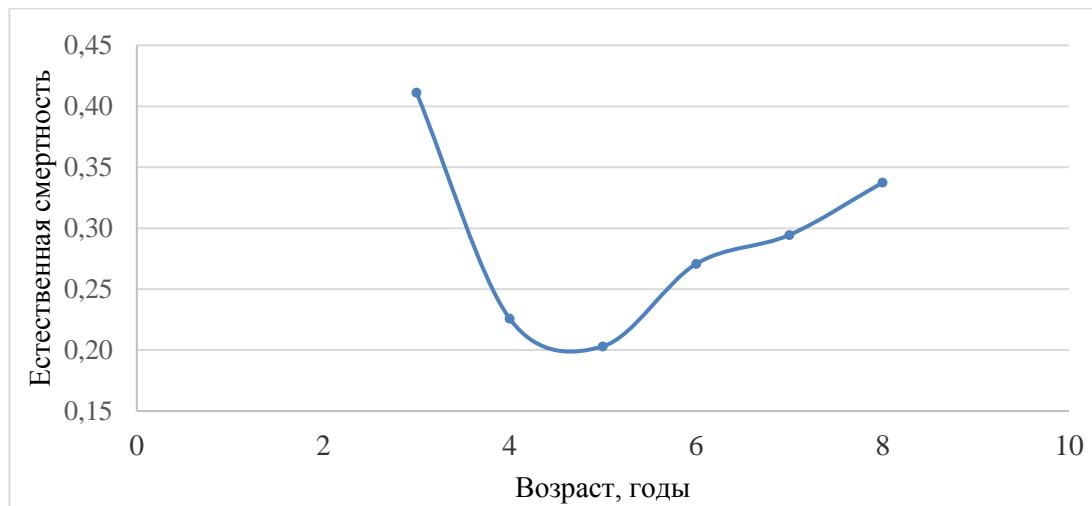


Рисунок 4.84 – Динамика естественной смертности тазовской пеляди

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации тазовской пеляди (пример на рисунке 4.85), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

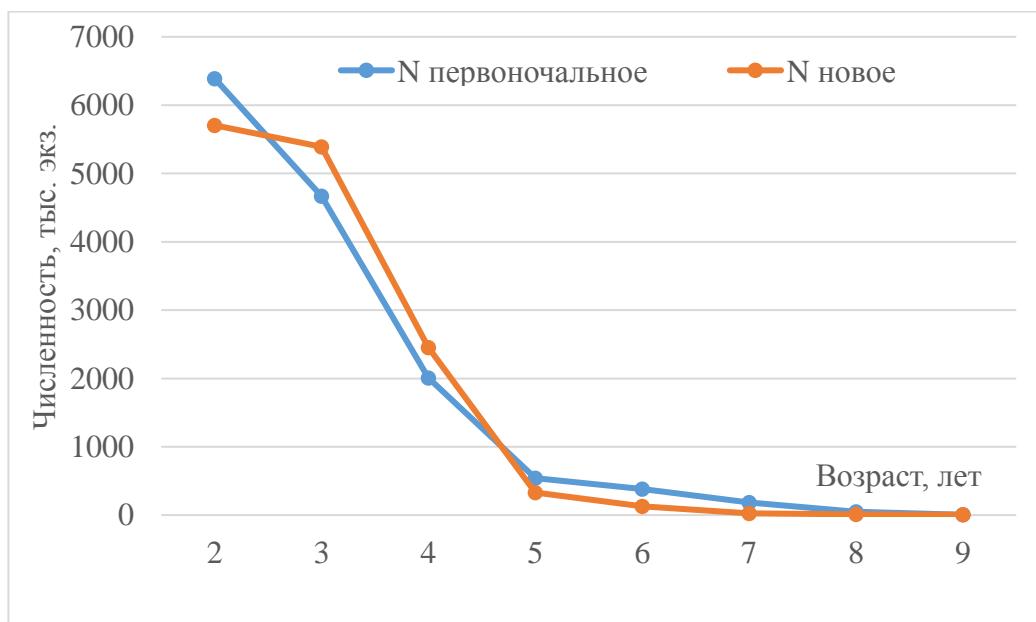


Рисунок 4.85 – Изменение численности генерации пеляди после корректировки.

Расчетная численность тазовской пеляди по ВКМ после корректирующей процедуры на 2021 г. составляет 14049,5 тыс. экз. Общий допустимый улов на 2021 г. прогнозируется в размере 475 т (таблица 4.74).

Таблица 4.74 – Расчет ОДУ тазовской пеляди на 2021 г.

Показатели	Возраст								Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
s	3,13	2,45	1,05	0,70	0,54	0,45	0,42	0,25	-
N_{2021} , тыс. экз.	5705,0	5388,8	2451,7	331,4	127,0	27,5	13,1	4,9	14049,5
$\Delta W_{\text{инд.}}$, г	-	49	77	40	22	50	52	83	-
$Y_{\text{биопрод.}}$, тонн	4,7	264,1	188,8	13,1	2,8	1,4	0,7	0,4	475,9

Приведенные результаты свидетельствуют, что промысловый запас пеляди Тазовского бассейна находится в фазе возрастания.

Оценка влияния прогнозируемого объема ОДУ на запас тазовской пеляди выполнена на основании уравнения убыли генерации с учетом улова и выживаемости. Результаты расчетов приведены в таблице 4.75.

Таблица 4.75 – Оценка влияния изъятия ОДУ и РВ в 2021 г. на запас тазовской пеляди

Показатель	Возрастная группа								Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
M_i	0,195	0,296	0,303	0,254	0,174	0,221	0,275	0,26	
C_{2021} , тыс. экз.	46,6	1760,3	831,6	49,2	9,6	4,0	1,7	0,9	2704,0
N_{2021} , тыс. экз.	5705,0	5388,8	2451,7	331,4	127,0	27,5	13,1	4,9	14049,5
N_{2022} , тыс. экз.	5019,0	4542,3	3715,7	1366,5	131,3	53,4	11,0	1,2	14840,6
ср. Винд. 2012-2019 гг., г	101,0	150,0	227,0	266,5	288,2	338,0	390,0	473,0	
B_{2021} , т	576,2	808,3	556,5	88,3	36,6	9,3	5,1	2,3	2082,7
B_{2022} , т	506,9	681,3	843,5	364,2	37,9	18,0	4,3	0,6	2456,7

Как видно из таблицы 4.75 расчётная численность и биомасса тазовской пеляди в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ и РВ по сравнению с 2021 г. увеличится на 2 % по численности и на 2,3 % по биомассе, то есть реализация ОДУ и РВ не приведёт к сокращению запаса.

4.8.2.5 Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла

В качестве биологических ориентиров состояния промыслового стада тазовской пеляди могут выступать биологические показатели, приведенные в таблицах 4.69 4.70 Средний возраст рыб в промысловых уловах должен находиться в пределах 4,0–5,0 лет, а средняя масса составлять 350–450 г. Данные показатели являются индикаторами хорошего состояния промыслового запаса.

Расчёты прогнозируемые величины численности в результате реализации ОДУ не должны приводить к существенному сокращению промыслового запаса.

Для оценки расчётной величины ОДУ, полученной ВКМ, проводится анализ промысловых показателей запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

Наряду с определением величины ОДУ запаса тазовской пеляди по вероятностной когортной модели были выполнены расчеты по прикладной программе COMBI 4.0, в основе которой используются различные производственные модели: Шефера, Фокса и Пелла-Томлинсона.

Входными данными для определения величины ОДУ послужили: официальный вылов пеляди и стандартизированная по Тазовскому рыбзаводу численность рыбаков за период с 2002 по 2019 гг. (рисунок 4.86).

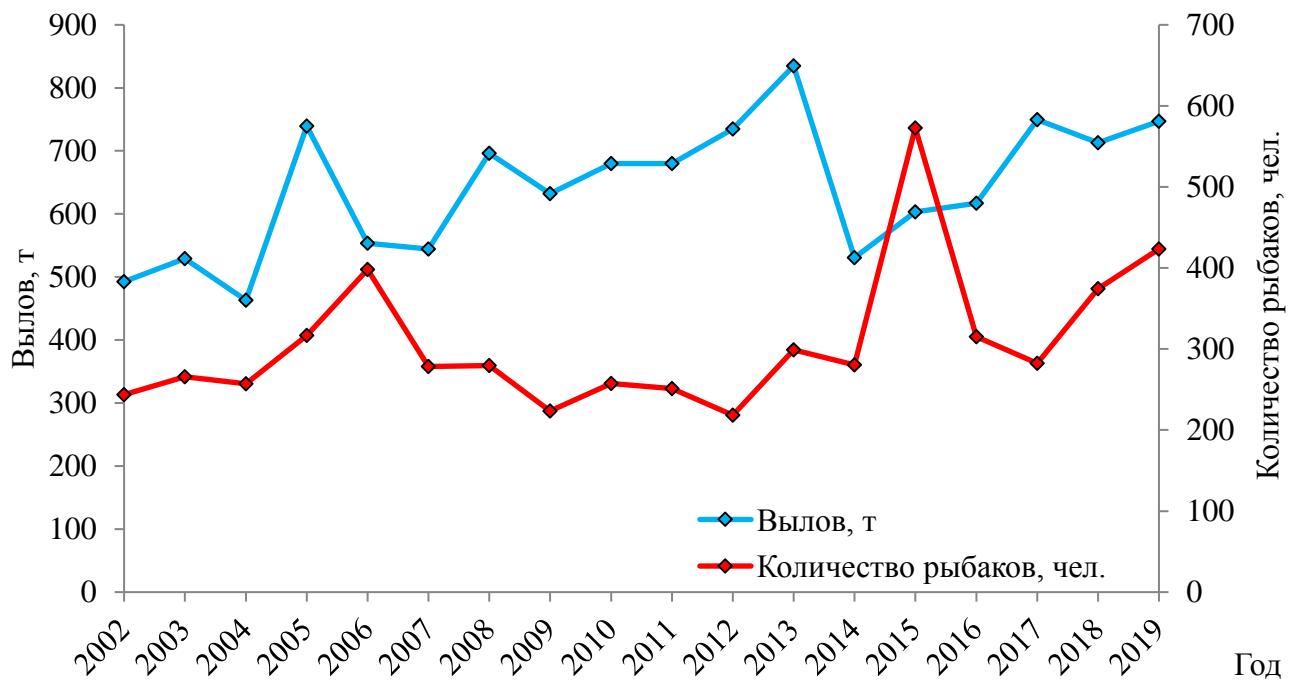


Рисунок 4.86 – Промысловая статистика использования запаса тазовской пеляди

Наибольшее приближение к наблюдаемым данным обеспечивают модели Фокса и Пелла-Томлинсона ($r=0,80$). По результатам использования оптимизационной процедуры принято решение использовать модель Пелла-Томлинсона с целевой функцией логарифмической суммы квадратов и следующими параметрами:

$$r = 0,32; \quad K = 3231; \quad q = 0,000997; \quad L = 0,531.$$

Настройка ориентиров осуществлялись по следующим параметрам:

$$B_{tr} - B_{MSY}; \quad E_{tr} - E_{MSYst}; \quad B_{lim} - 0,5B_{MSY}$$

Продукционная кривая динамики биомассы и продукции тазовской пеляди изображена на рисунке 4.87. Значения биологических ориентиров управления, оцененных с помощью модели, составляют:

$$B_{MSY} = 2542 \text{ т}; \quad MSY = 746 \text{ т}.$$

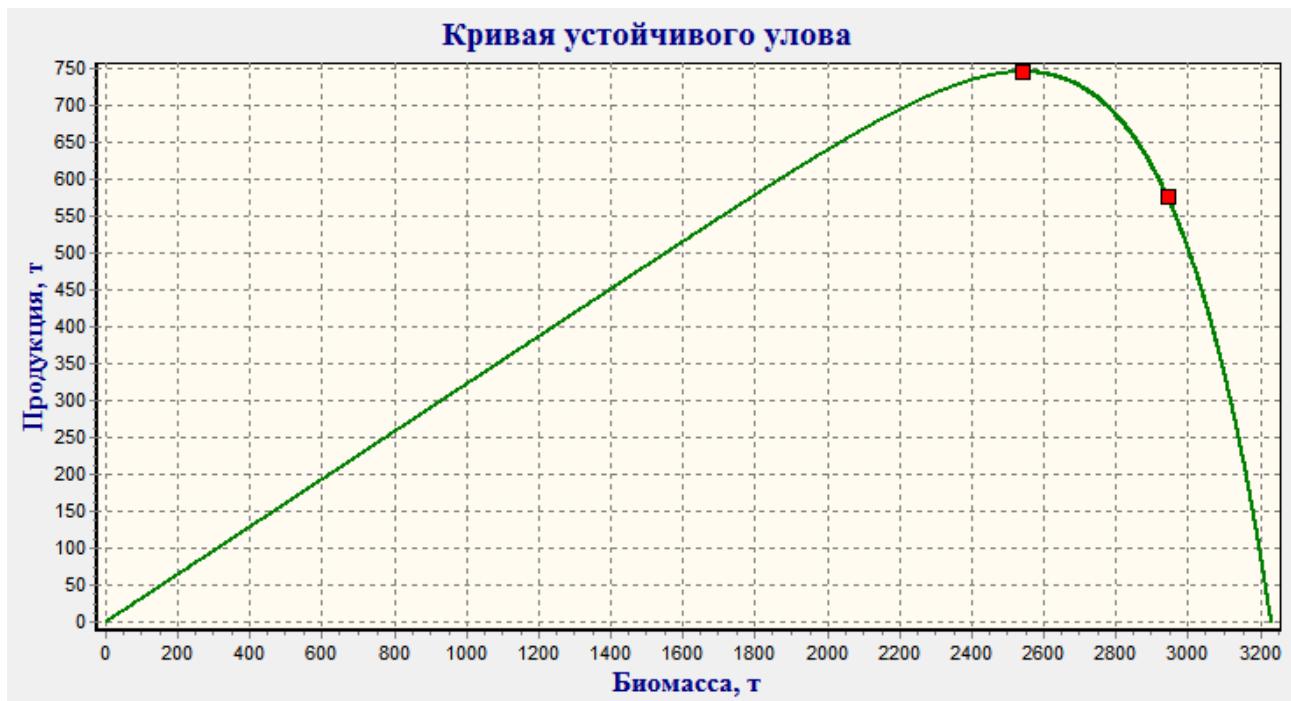


Рисунок 4.87 – Продукционная кривая запаса тазовской пеляди

При определении величины ОДУ применялось адаптивное ПРП с линейно-кусочной функцией (рисунок 4.88). При использовании данной схемы ПРП FMSY = 0,29.



Рисунок 4.88 – Правила регулирования промысла запаса тазовской пеляди

Таким образом, при использовании модели Пелла-Томлинсона с целевой функцией логарифмической суммы квадратов и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид:

Время восстановления, лет	Средняя биомасса на прогнозе, т	Средний улов на прогнозе, т	Биомасса прогнозная к ретроспективной	Улов прогнозный к ретроспективе	Вероятность $B_{\text{прогноз-}} < B_{\lim}$	Вероятность $C_{\text{прогнозный}} < C_{\lim}$
2	2435	603	1,1	0,9	0	0,28

В соответствии с принятым ПРП в 2021 г. биомасса запаса тазовской пеляди составит – 2435 т, ОДУ – 610 т.

Необходимо отметить, что биомасса запаса тазовской пеляди в 2021 г. полученная по продукционной модели составила – 2446 т, а по ВКМ – 2082 т. Данные величины близки и позволяют судить о правильности проводимых расчётов на ВКМ.

Для оценки объективности расчётной величины ОДУ проводится анализ промысловых показателей запаса с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчета целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы) от биомассы запаса (рисунок 4.89)

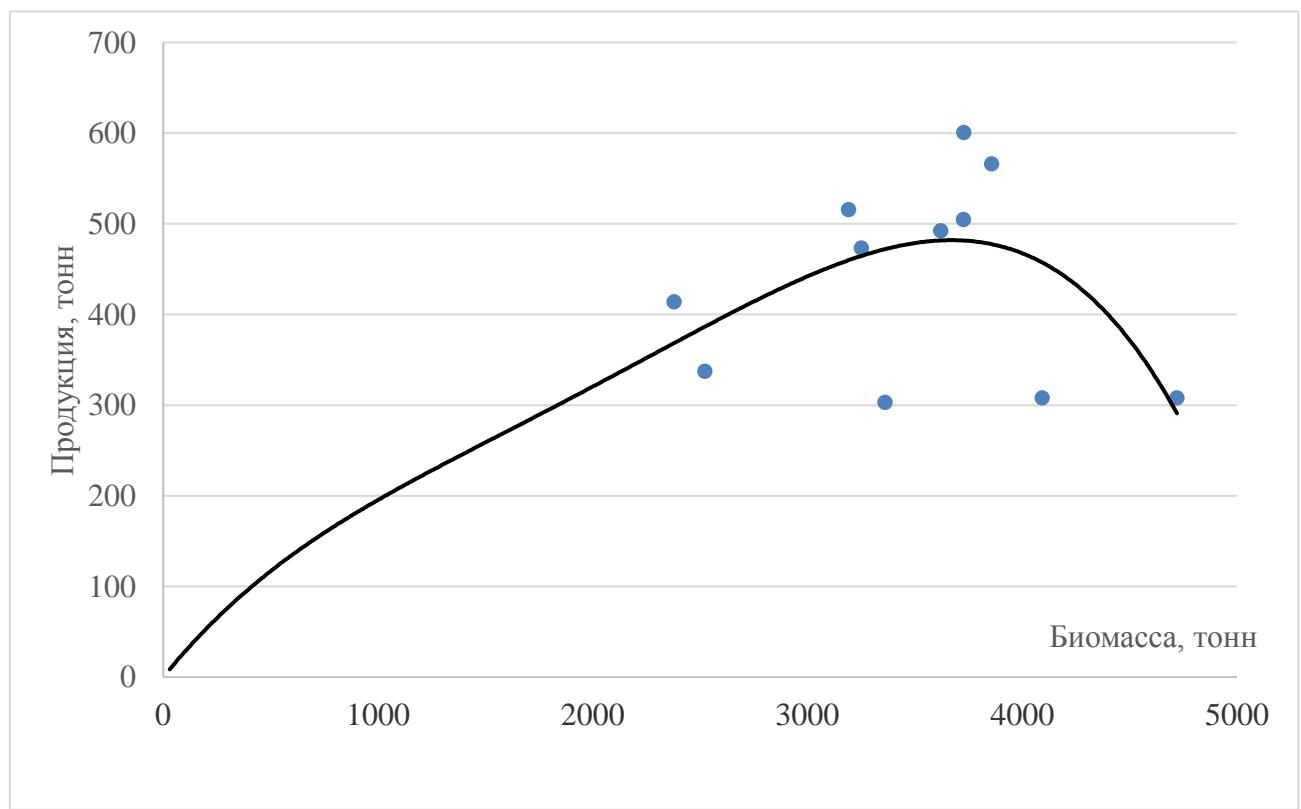


Рисунок 4.89 – Зависимость продукции от биомассы запаса тазовской пеляди

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = BMSY$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$).

$$B_{tr} = 3665 \text{ т},$$

$$C_{tr} = 480 \text{ т.}$$

Исходя из средней массы рыб, данные показатели выражаем через численность рыб и определяем действительные коэффициенты промысловой смертности

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,31, \quad (93)$$

Таким образом, полученные показатели численности соответствуют максимальной продуктивности запаса и величине промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное его промысловое изъятие. При дальнейшем поддержании выбранной стратегии система запас-промысел будет находиться в неком условном равновесном состоянии.

Определение граничных ориентиров. Ориентир биомассы B_{lim} указывает на значение биомассы промыслового стада, включающего минимальную биомассу производителей, позволяющую самовосстанавливаться. При превышении B_{lim} запас с высокой вероятностью не сможет продуцировать замещающую численность из-за подрыва своей нерестовой части. B_{lim} определён по наименьшему исторически достигнутому уровню и равняется 250,0 т.

Интенсивность промысла φ_{Flim} в данном случае не что иное, как величина, при достижении которой происходит излишний промысловый пресс, вследствие чего возникает высокая вероятность, что запас не сможет восстановиться, и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,54, \quad (94)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} указывают на подрыв запаса и необходимость в правильном регулировании или запрете промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир Вра определяется исходя из величины B_{lim} и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1.645s) = 377 \quad (95)$$

φ_{Fpa} определялась исходя из уравнения:

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,40 \quad (96)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.90) можно приступить к расчету величины ОДУ и регулированию промысла.

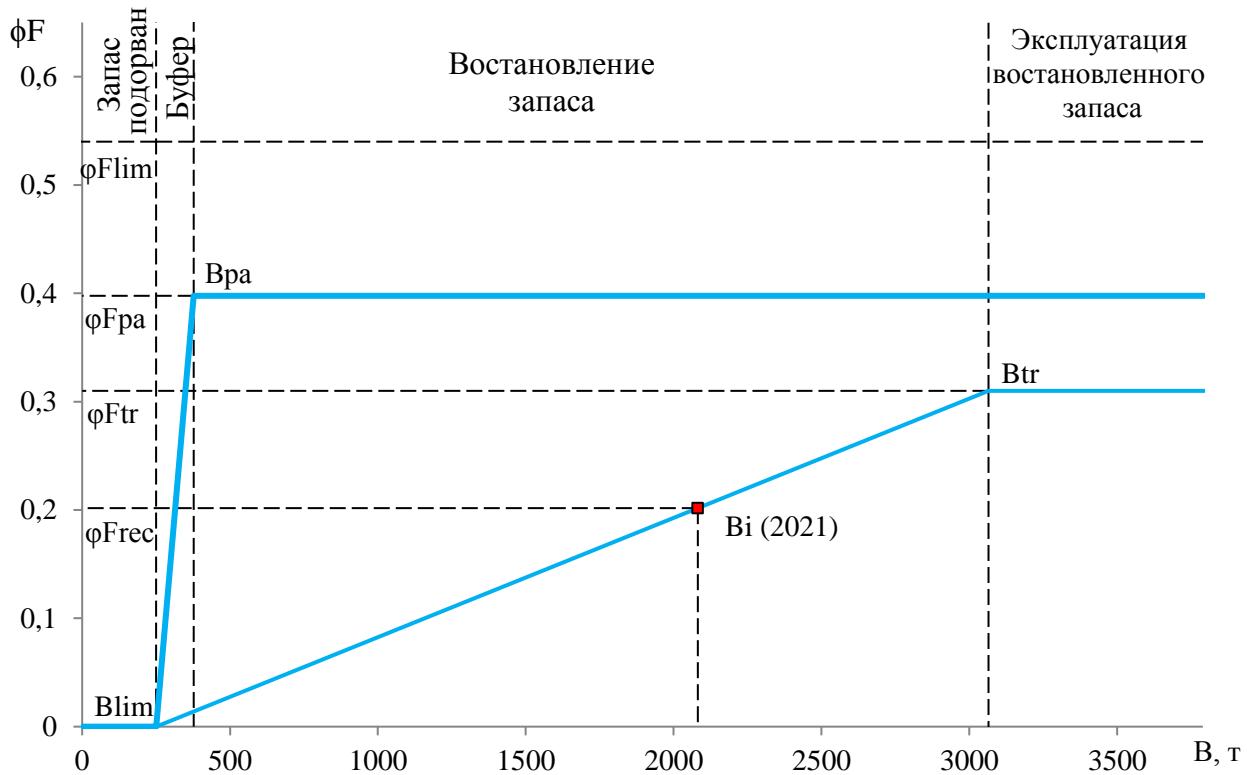


Рисунок 4.90 – Схема ПРП запаса тазовской пеляди

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

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

$$\varphi_{Frec} = 0$$

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

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

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

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

Исходя из рассчитанной величины биомассы 3065 т, можно заключить, что запас тазовской пеляди в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии в области восстановления запаса до уровня максимальной рыбопродуктивности, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,20, \quad (97)$$

$$ОДУ_{2021} = B_i \times \varphi_{Frec} = 420 \quad (98)$$

Величина допустимого изъятия пеляди по ПРП на 2021 г составит 420 т (таблица 4.76) при величине 475 т полученной вероятностной когортной моделью (см. таблицу 4.74), по модели Пелла-Томлинсона в программе COMBI 4.0 – в 610 т. Поскольку, как было показано (см. таблица 4.75), данное промысловое изъятие не приведет к снижению биомассы тазовского сига-пыхъяна, то величину ОДУ в 2021 г. рекомендуется установить на уровне 475 т.

Таблица 4.76 – Расчет допустимого изъятия пеляди Тазовского бассейна на 2021 г.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	ϕF_{tr}	ϕF_{lim}	ϕF_{pa}	$B_{i(2021)}$, т	ϕF_{rec}	ODU_{i2021} , т
3665	480	250,00	135	377	150	0,31	0,54	0,40	2082	0,20	420

4.8.2.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

В бассейне Тазовской губы в 2020 и 2021 г. будет происходить снижение промысловых запасов сиговых рыб. Результаты анализа динамики численности популяций сигов, темпа роста биомассы их особей и скохраняющийся высокий уровень ННН-промысла в условиях ожидаемого снижения водности в Тазовском бассейне свидетельствует о необходимости снижения текущего уровня интенсивности промысла для увеличения количества производителей и улучшения воспроизводства сигов. Считаем, что для добычи сиговых в Тазовской губе необходимо будет выставить 700 сетей. Летний неводной лов производить на 9 традиционных песках: Надо-Марра, Яунтарка, Харбей, Вани-Марра, Саньков-Марра, Маяк-Марра, Новенький, Нямгудочи, Сотый км.

Из общего объема ОДУ пеляди в размере 475 т в 2021 г. при неводном промысле в р. Таз в летний период добыча устанавливается в объеме 327 т. РВ пеляди в Тазовской губе в зимний период определена в размере 148 т.

4.8.3 Чир

4.8.3.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза допустимого вылова имеются сведения по биолого-популяционным характеристикам тазовского чира, полученные в 1981–2019 гг. в местах зимнего (Тазовская губа) и летнего (р. Таз) промыслов, а также многолетние сведения по промысловым уловам и промысловым усилиям (численность рыбаков).

Общая характеристика вида. В Обь-Иртышском бассейне имеется два стада мигрирующего чира. Одно из них обитает в Тазовской губе и впадающих в нее реках, из которых главную роль как место нагула и нереста играет р. Таз с его притоками. Чир зимует в северной части Тазовской губы. После зимовки в Тазовской губе чир поднимается в реки Таз и Пур. Для

нагула он рассеивается по сорам и протокам нижнего течения р. Таз и в меньшем количестве – по пойменным водным объектам нижнего течения р. Пур. Протяженность нагульных площадей, считая от устья по реке Таз – более 200 км, а по реке Пур – около 100 км.

После нагула у производителей чира нерестовый ход начинается в реке Таз в конце июля, а в реке Пур, где нерестилища отделены от мест нагула расстоянием всего лишь десятками километров, – в конце сентября. На нерест по реке Таз чир поднимается в притоки Худосей, Печаль-Кы, Каралька, Ватылька, Поколька, Ратта. Причём нерестилища р. Ратта находятся на расстоянии более 1000 км от мест зимовки в Тазовской губе около 800 км от мест нагула.

4.8.3.2 Биологическая характеристика.

Возрастная структура промысловых уловов чира в период нагульной миграции на фоне падения уловов в последние годы свидетельствует об уменьшении доли средне- и старшевозрастных (6+ – 11+) особей, и увеличении доли пополнения (4+ – 5+ лет) что обусловлено чрезмерностью вылова (таблица 4.77).

Таблица 4.77 – Возрастная структура чира в промысловых уловах за ряд лет, р. Таз, пос.

Надо-Марра, август

Год промысла	Возрастная группа, %												Средневзвешенная		
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	длина, см	масса, г	возраст, год	
2000	1,4	1,2	12,5	24,3	28,1	16,8	13,1	2,0	0,3	-	-	40,0	1156	6,9	
2001	-	0,6	0,5	0,9	3,5	29,6	41,5	17,7	4,1	1,3	-	44,9	1564	8,9	
2002	-	0,1	0,2	1,2	2,3	18,7	25,6	34,3	11,7	2,7	2,6	44,4	1465	9,1	
2003	0,5	12,0	23,4	14,4	8,1	6,4	11,4	10,0	4,7	3,6	5,5	38,1	947	7,6	
2004	-	0,5	0,8	1,6	8,7	30,5	28,6	21,4	7,1	0,8	-	43,0	1377	8,8	
2005	-	1,6	1,5	0,9	8,2	23,6	30,9	16,8	4,5	7,3	4,5	44,1	1502	8,5	
2006	-	0,8	1,8	2,3	11,7	23,0	25,4	18,1	7,5	6,0	3,4	44,5	1520	8,7	
2007	0,3	8,0	13,2	19,4	15,2	12	11,5	9,6	5,1	3,6	2,1	37,7	1039	7,7	
2008	0,2	5,6	10	14,6	14,0	24,1	19,3	7,3	3,9	1,0	-	44,0	1448	8,2	
2009	0,6	7,2	13,4	17,2	18,1	15,5	12,1	9,3	4,7	0,9	-	42,2	1287	7,9	
2010	-	0,1	7,9	11,5	32,9	24,3	15,8	9,3	6,4	2,1	-	41,3	1239	7,8	
2011	-	-	2,6	3,9	9,7	37,7	34,4	10,4	3,9	1,9	-	42,8	1224	8,8	
2012	1,5	1,4	1,1	8,7	26,8	30,7	22,9	6,3	0,6	-	-	42,8	1425	7,7	
2013	0,7	3,2	5,8	8,7	28,3	21,0	19,6	8,0	5,1	2,9	-	41,6	1177	7,9	
2014	1,4	1,8	2,4	10,1	33,3	25,7	18,6	5,6	1,1	-	-	44,6	1329	7,7	
2015	-	0,8	0,8	2,4	9,5	27,0	28,0	21,4	8,7	1,4	-	42,5	1384	8,9	
2016	1,5	13,4	27,0	19,9	11,1	10,4	8,4	4,6	3,7	-	-	37,8	968	7,6	
2017	1,2	4,8	9,0	10,3	20,6	21,0	18,7	10,9	3,6	-	-	41,0	1300	7,9	
2018	1,5	8,0	23,1	30,9	22,2	8,7	3,6	2,0	-	-	-	37,7	925	6,2	
2019	3,0	22,6	39,8	14,5	12,2	6,8	1,1	-	-	-	-	32,6	625	5,6	

В 2019 году в промысловых уловах на р. Таз отмечались особи чира с промысловой длиной тела от 26 до 38 см (в среднем 32,6 см) (таблица 4.77). Масса рыб в уловах изменялась от 254 до 1052 г, в среднем составляя 625 г (таблица 4.77).

Линейный и весовой рост чира р. Таз описывается уравнением Берталанфи, а в качестве исходных данных использовались средние показатели длины и массы чира за последние пять лет наблюдений. Параметры уравнений получены методом Форда-Уолфорда:

$$L(t) = 71,578 \cdot (1 - e^{-0,0534 \cdot (t+10,20)}); \quad (99)$$

$$W(t) = 4117,6 \cdot (1 - e^{-0,083 \cdot (t+5,51)}). \quad (100)$$

4.8.3.3 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промысловой информации, для определения численности и ихтиомассы тазовского чира можно использовать различные разработанные когортные модели [11, 12, 24, 57]. Однако серьёзную проблему для их реализации представляет использование искусственно задаваемых коэффициентов естественной смертности, что может привести к значительным ошибкам в расчётах численности рыб. Для их настройки также необходимы показатели селективности промысла, трудно определяемые в условиях Тазовского бассейна при использовании в промысле сетей и неводов с разным набором ячей, отсутствия данных по соотношению разных орудий лова и отсутствия надёжной статистики вылова по применяемым разнотипным орудиям лова.

В предыдущий период уже более десяти лет при расчётах запаса и ОДУ тазовского чира использовалась вероятностная когортная модель – ВКМ [16, 17, 22, 23, 27, 59], которая вновь применена для расчёта текущего и прогнозного состояния его численности и биомассы.

Кроме этого, имеющиеся материалы по вылову и интенсивности промысла для прогноза ОДУ позволяют применить продукционные модели. Основные результаты расчётов обоими подходами представлены в разделе 4.8.3.4.

4.8.3.4 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Промысел чира в Тазовском бассейне осуществляется в нижнем течении р. Таз и в Тазовской губе. Основную долю добычи чира в Тазовском бассейне составляет вылов на зимнем промысле в губе.

По многолетним данным средний вылов в губе от годового улова составляет 70 %.

Данные рисунка 4.91 свидетельствуют о широком диапазоне изменения величины уловов чира. Для них характерна значительная амплитуда колебаний при периодичностях разной протяжённости.

Максимальный вылов тазовского чира – 1017 т – достиг в 1943 г., а минимальный улов был получен в 1969 г. – всего 7 т, то есть разница составила 145,3 раза. При этом отмечалось стабильное снижение общих уловов после максимального вылова в 1943 г., когда за два года он сократился с 1017 до 453 т, то есть более чем в 2,5 раза. Такое снижение было связано с существенным подрывом запаса чира, после которого его популяция не смогла длительное время восстановиться до прежнего уровня.

В постперестроечный период максимальные уловы чира отмечен в 2005 гг. – 391 т. С конца 90-х годов прошлого века и до текущего момента характерно развитие мощного ННН-промысла в Тазовском бассейне, основной интерес которого направлен на чира. Результатом стало последовательное снижение его промысловых запасов и вылова с 2006 г., прерываемое некоторым повышением уловов в отдельные годы (рисунок 4.91).

Вылов чира Тазовского бассейна в 2019 г. составил 144 т.

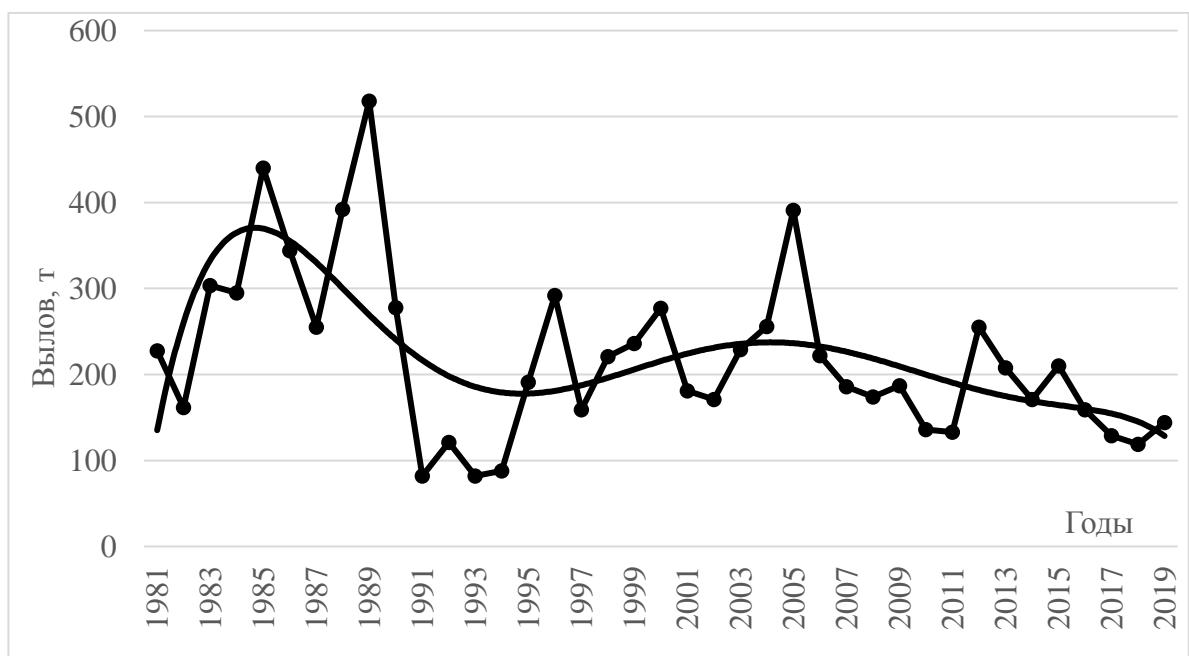


Рисунок 4.91 – Динамика уловов чира в Тазовском бассейне

Динамика вылова на рыбака хорошо иллюстрирует зависимость этого относительного показателя не только от уровня запаса, но и от промыслового усилия – численности рыбаков (рисунок 4.92).

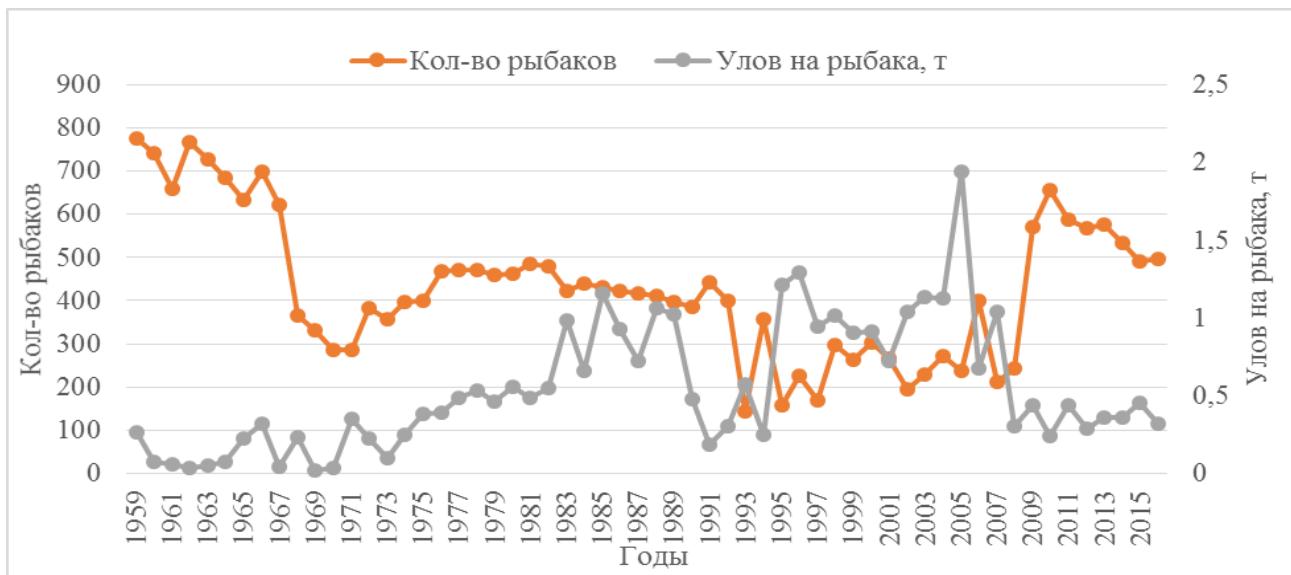


Рисунок 4.92 – Вылов на рыбака и количество рыбаков тазовского чира

Состояние запасов Численность промысловой части популяции тазовского чира, рассчитанная по ВКМ, демонстрируют практически беспрерывное снижение с 2011 г. Прогноз численности на 2021 г. также понижающий – 693,7 тыс. шт. (рисунок 4.93), что свидетельствует о низком её уровне – более чем в 2 раза меньше, чем в 2007–2009 гг. Поэтому в условиях интенсивного освоения запаса чира в последние годы в Тазовском бассейне, необходимо сокращение его промысла.

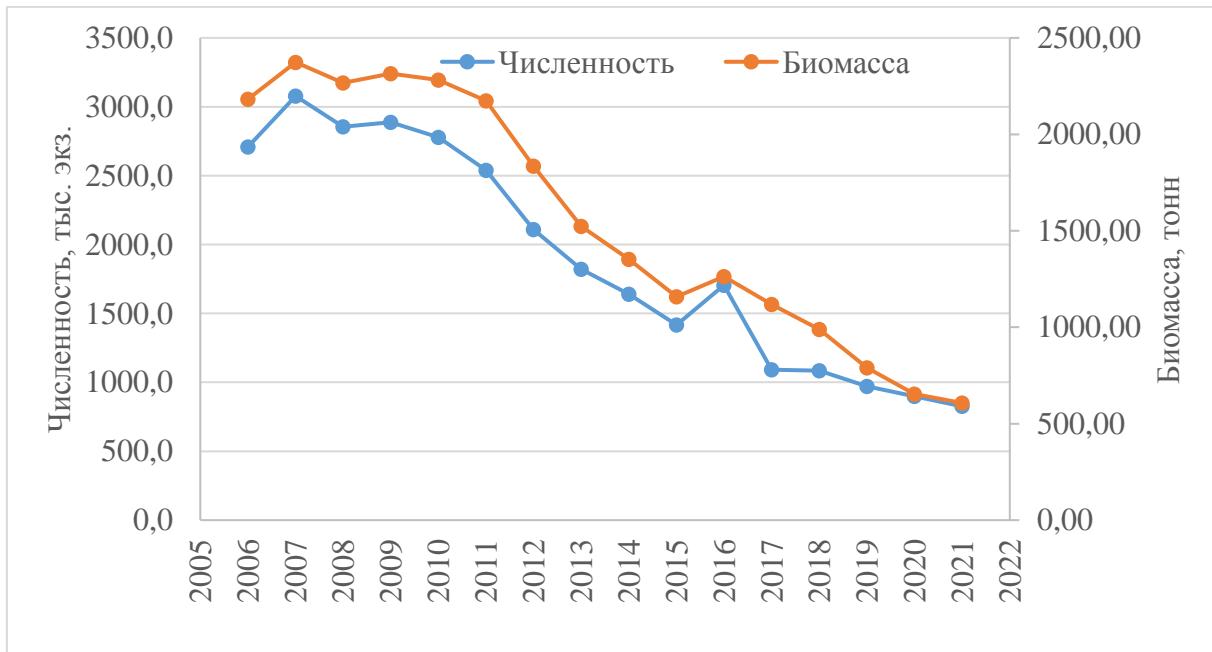


Рисунок 4.93 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада тазовского чира

4.8.3.5 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

После базового расчёта численности стада тазовского чира по вероятностной когортной модели (см. раздел «Материал и методика») для корректировки естественной смертности с последующим уточнением численности по возрастным группам предварительно определена экспоненциальная зависимость уменьшения численности в разных поколениях с использованием вспомогательных расчётов численности в возрасте максимальной продуктивности (5+ лет) – по методу Алверсона – Карни и по уравнению Баранова, по вероятностной когортной модели для возраста максимального вылова генерации, а также с включением данных по численности в максимально наблюдаемом возрасте и предельном, рассчитанном по параметрам уравнения Берталанфи (рисунок 4.94).

В результате были получены следующие значения действительных коэффициентов естественной смертности для разных поколений в годы с наиболее надёжными данными по популяционным показателям, для примера представленные в таблице 4.79и на рисунке 4.95 .

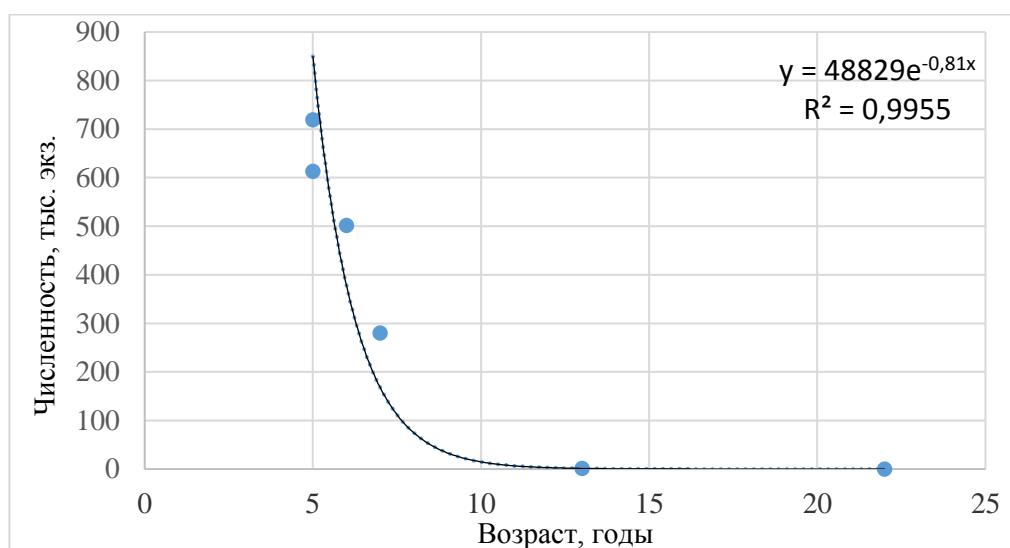


Рисунок 4.94 – Изменение численности чира с возрастом

Таблица 4.78 – Отдельные показатели полностью обловленных поколений тазовского чира

Год поколения	Показатели возраста максимальной продуктивности					Максимальный возраст в улове	Предельный возраст
	возраст	<i>Z</i>	<i>M</i>	<i>C</i> , тыс. экз.	<i>N</i> , тыс. экз.		
1998	4,94	0,4	0,3	64,5	718,9	13	22,4
1999	4,94	0,4	0,3	62,1	691,3	13	22
2000	4,56	0,3	0,2	67,0	702,4	12	21,5
2001	4,94	0,3	0,2	44,2	501,0	13	22,4
2002	4,94	0,3	0,1	71,1	513,0	13	22,2

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации чира (пример на рисунке 4.96), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

Таблица 4.79 – Действительные коэффициенты естественной смертности отдельных полностью обловленных поколений тазовского чира

Возраст	Год поколения					Средняя	Ошибка средней
	1998	1999	2000	2001	2002		
4	0,38	0,38	0,40	0,34	0,36	0,37	0,01
5	0,21	0,24	0,22	0,20	0,12	0,20	0,02
6	0,25	0,26	0,19	0,04	0,02	0,15	0,05
7	0,27	0,14	0,05	0,07	0,17	0,14	0,04
8	0,27	0,16	0,23	0,03	0,07	0,15	0,05
9	0,26	0,06	0,28	0,04	0,37	0,20	0,07
10	0,30	0,25	0,37	0,25	0,26	0,29	0,02
11	0,28	0,40	0,27	0,41	0,13	0,30	0,05
12	0,23	0,38	0,25	0,30	0,43	0,32	0,04
13	0,37	0,40	0,38	0,45	0,43	0,40	0,02

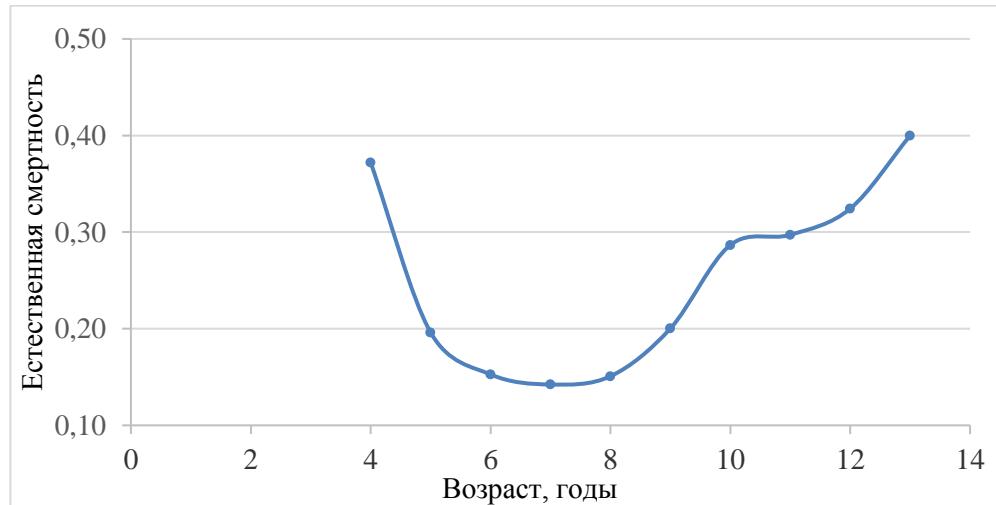


Рисунок 4.95 – Динамика естественной смертности тазовского чира

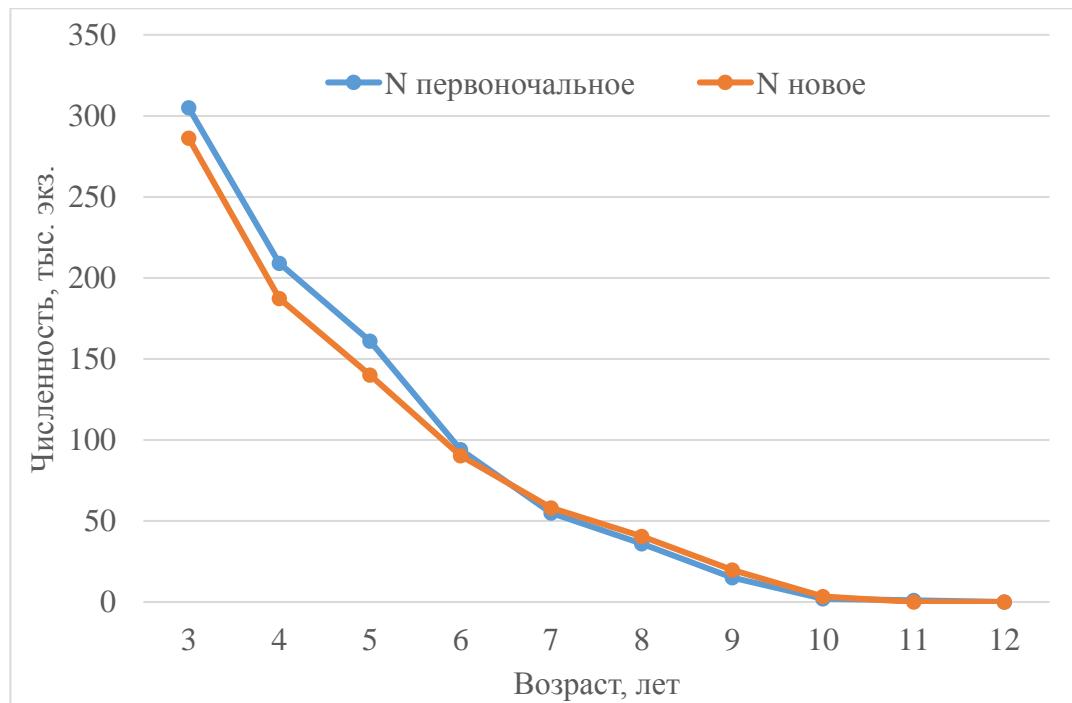


Рисунок 4.96 – Изменение численности генерации чира после корректировки.

По расчётам на ВКМ после проведенной корректировки допустимое изъятие чира в 2021 г. может составить лишь 81 т (таблица 4.80).

Таблица 4.80 – Расчёт допустимого изъятия тазовского чира на 2021 г.

Показатели	Возраст											Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+		
s	1,51	1,33	1,11	0,65	0,52	0,41	0,38	0,31	0,26	0,17	-	
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	286,2	187,3	140,0	90,4	58,2	40,5	19,7	3,4	0,0	0,0	825,8	
ср. Винд. 2013-2019 гг., г	527	727	760	850	1008	1292	1405	1540	1678	1865		
ΔW _{инд.} , г		190	100	90	140	303	94	135	138	187		
B ₂₀₂₁ , т	153,7	136,2	33,5	119,0	89,5	75,3	27,3	5,2	0,0	0,0	639,7	
Y _{биопрод.} , т	0,80	35,59	14,00	8,14	8,15	12,27	1,85	0,46	0,00	0,00	81,26	

Оценка влияния прогнозируемого объёма ОДУ в 2021 г. на запас тазовского чира в 2022 г. выполнена на основании уравнения убыли генерации с учетом улова и выживаемости (формула 26 раздела 1). Результаты расчетов приведены в таблице 4.81.

Таблица 4.81 – Оценка влияния изъятия ОДУ и РВ в 2021 г. на запас тазовского чира

Показатель	Возрастная группа										Всего
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	
Mi	0,37	0,24	0,24	0,25	0,27	0,24	0,19	0,24	0,15	0,02	
C ₂₀₂₀ , тыс. экз.	1,53	48,96	18,42	11,32	8,08	9,50	1,32	0,30	0,00	0,00	99,42
N ₂₀₂₀ , тыс. экз.	286,2	187,3	140,0	90,4	58,2	40,5	19,7	3,4	0,0	0,0	825,76
N ₂₀₂₁ , тыс. экз.	254,3	265,8	40,5	20,5	120,0	120,0	24,5	3,6	0,2	0,0	849,49
ср.W _{инд.} 2013-2018 гг., г	527	727	760	850	1008	1292	1405	1540	1678	1865	
B ₂₀₂₁ , т	150,8	136,2	30,8	119,0	91,1	75,2	27,7	5,2	0,0	0,0	636,04
B ₂₀₂₂ , т	134,0	193,2	30,8	17,5	121,0	155,0	34,5	5,6	0,3	0,0	691,87

Как видно из таблицы 4.81, расчётная численность и биомасса тазовского чира в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ увеличится, соответственно на 3% и на 7%, то есть реализация ОДУ приведёт к увеличению запаса.

Наряду с определением величины ОДУ запаса тазовского чира по вероятностной когортной модели были выполнены расчеты по прикладной программе COMBI 4.0, в основе которой используются различные производственные модели: Шефера, Фокса и Пелла-Томлинсона.

Входными данными для расчета ОДУ послужили: официальный вылов и стандартизированная по Тазовскому рыбзаводу численность рыбаков за период с 1981 по 2018 гг. (рисунок 4.97).

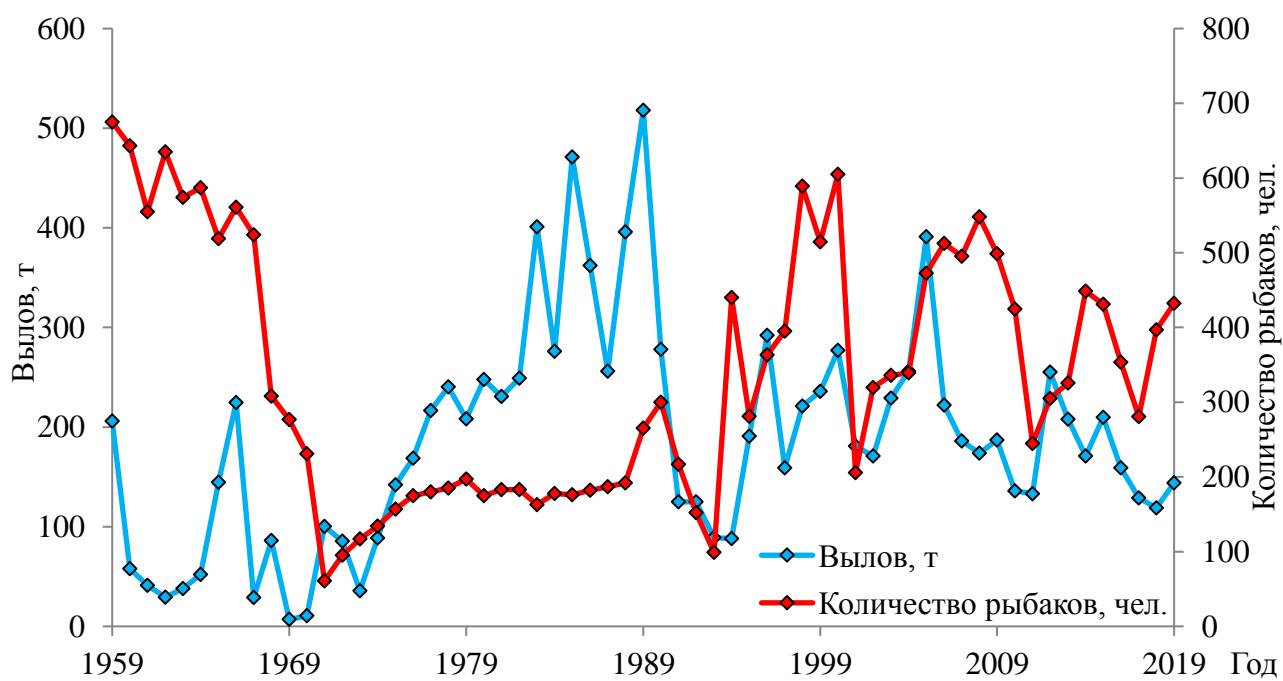


Рисунок 4.97 – Промысловая статистика использования запаса тазовского чира

Результаты использования оптимизационной процедуры указывают на то, что наибольшее приближение к наблюденным данным обеспечивает модель Пелла-Томлинсона с целевой функцией суммы квадратов и следующими параметрами:

$$r = 0,15; \quad K = 4702; \quad q = 0,000459; \quad L = 0,202.$$

Продукционная кривая изображена на рисунке 4.98.87. Значения биологических ориентиров управления, оцененные с помощью модели Пелла-Томлинсона, составляют:

$$B_{MSY} = 3700 \text{ т}; \quad MSY = 508 \text{ т}.$$

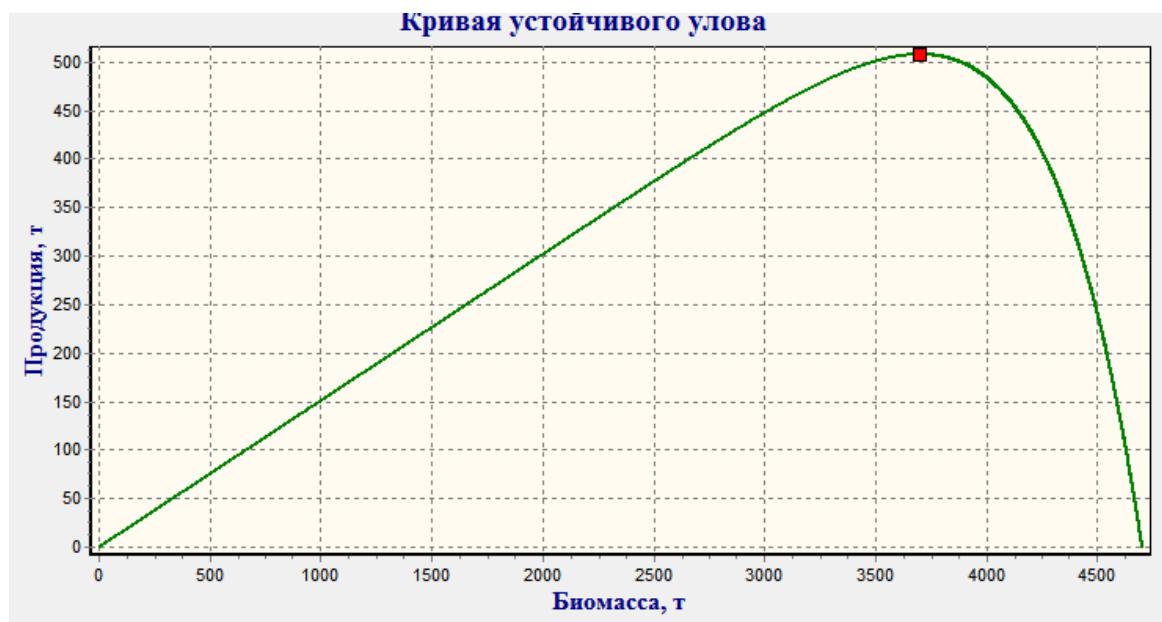


Рисунок 4.98 – Продукционная кривая запаса тазовского чира

При определении величины ОДУ использовано адаптивное ПРП с логистической функцией (рисунок 4.99). При использовании данной схемы ПРП $F_{MSY} = 0,14$.



Рисунок 4.99 – Правила регулирования промысла запаса тазовской чира

Таким образом, при использовании модели Пелла-Томлинсона с целевой функцией суммы квадратов и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид:

Время восстановления, лет	Средняя биомасса на прогнозе, т	Средний улов на прогнозе, т	Биомасса прогнозная к retrospective	Улов прогнозный к retrospective	Вероятность $B_{\text{прогноз-ная}} < B_{\text{lim}}$	Вероятность $C_{\text{прогнозный}} < C_{\text{lim}}$
5	1566	113	0,9	0,6	0	0,03

В соответствии с принятым ПРП величина ОДУ на 2021 г. для запаса тазовского чира составляет 80 т.

4.8.3.6 *Определение биологических ориентиров. Обоснование правила регулирования промысла*

В связи с тем, что состояние запаса тазовского чира имеет общую тенденцию к снижению, необходимо увеличение численности нерестового стада. Этого можно добиться только снижением интенсивности промысла и развёрткой искусственного его воспроизводства. В качестве биологических ориентиров могут выступать биологические показатели, приведенные в таблице 4.77. Средний возраст рыб в промысловых уловах должен находиться в пределах 7,0–8,0 лет, а средняя масса составлять 1200–1400 г. Данные показатели являются индикаторами хорошего состояния промыслового запаса.

Расчётные прогнозируемые величины численности и биомассы чира в результате реализации ОДУ не должны приводить к существенному сокращению его промыслового запаса.

Для оценки объективности расчётной величины ОДУ проводится анализ промысловых показателей запаса чира с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП).

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчета целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы) от биомассы запаса (рисунок 4.100).

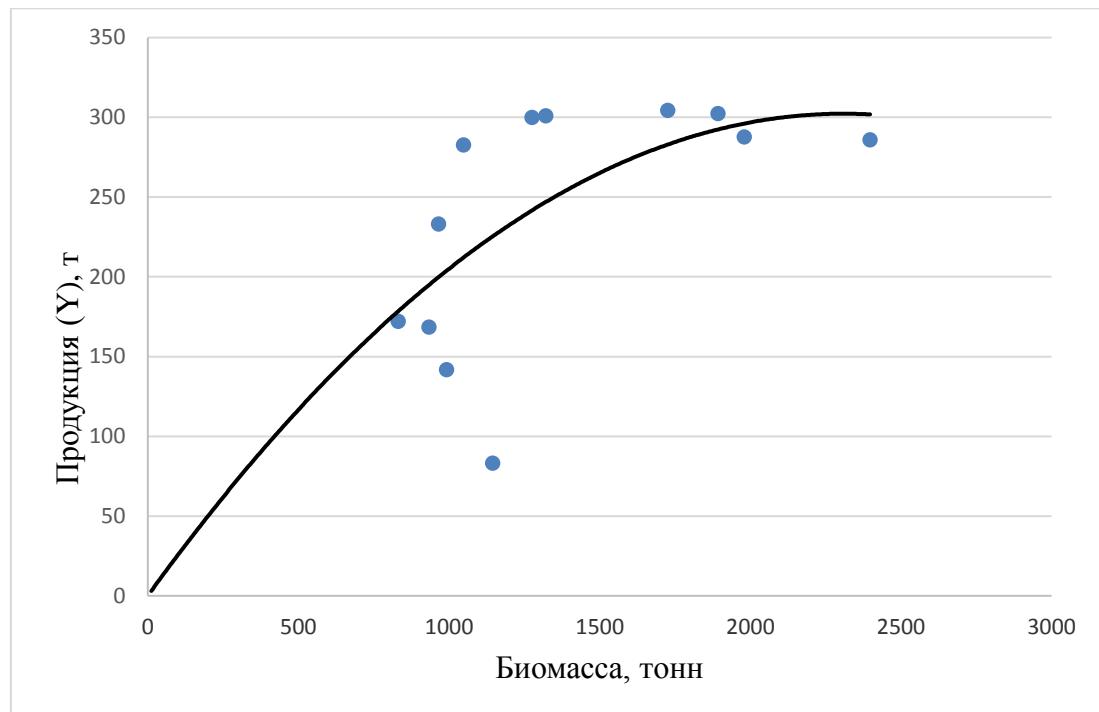


Рисунок 4.100 – Зависимость продукции от биомассы запаса тазовского чира

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$).

$$B_{tr} = 2328 \text{ т}, \quad C_{tr} = 303 \text{ т}.$$

Исходя из средней массы рыб, данные показатели выражены через их численность и далее определён действительный коэффициент промысловой смертности

$$\varphi_{Ftr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,37 \quad (101)$$

Таким образом, полученные показатели численности соответствуют максимальной продуктивности биомассы чира и величине промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса. При дальнейшем поддержании выбранной стратегии поддержания биомассы стада чира и интенсивности рыболовства на контролируемом уровне система запас-промысел будет находиться в неком условном равновесном состоянии.

Определение граничных ориентиров. Ориентир биомассы B_{lim} указывает на значение биомассы, при достижении которой запас не может производить максимально возможный устойчивый улов, вследствие чего происходит подрыв нерестовой части запаса. Показатель B_{lim} определялся как минимальная отмеченная биомасса запаса вместе с производителями, при которой запас в последующем восстановился и равняется 359 т.

Интенсивность промысла \varPhi_{Flim} в данном случае не что иное, как величина, при достижении которой происходит излишний промысловый пресс, вследствие чего высокая вероятность, что запас не сможет восстановиться, и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi_{Flim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,49 \quad (102)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} указывают на подрыв запаса и необходимость в правильном регулировании или запрете промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферный (преосторожный) ориентир B_{pa} определяется исходя из величины B_{lim} и случайных оценок биомассы:

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 541 \quad (103)$$

φ_{Fpa} определялась исходя из уравнения:

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,40 \quad (104)$$

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

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.101) можно приступить к расчёту величины ОДУ и регулированию промысла.

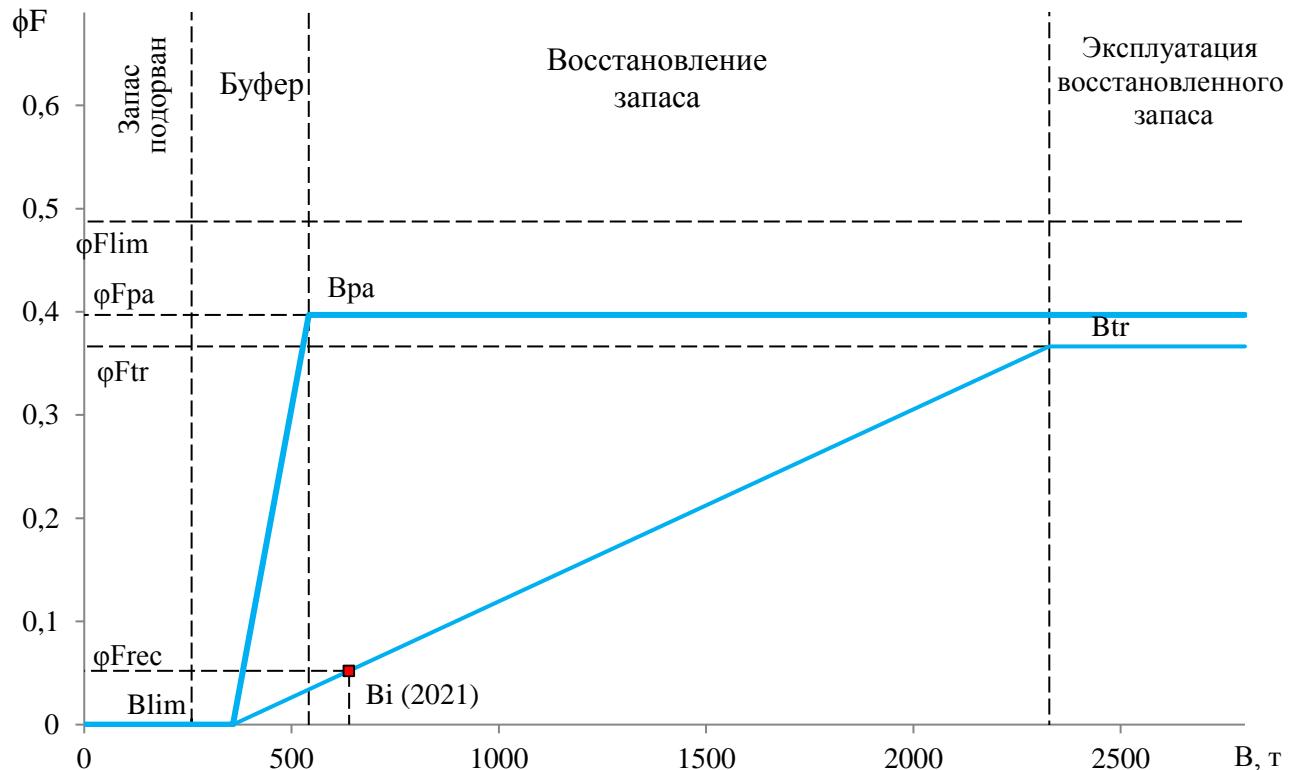


Рисунок 4.101 – Схема ПРП запаса тазовского чира

Правила регулирования промысла (ПРП). Исходя из предосторожного подхода к управлению запасом и регулированию промысла, тактика управления разбивается на отрезки (зоны), для каждой из которых должен устанавливаться определенный режим ПРП:

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

$$\varphi_{Frec} = 0$$

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

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

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

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

Исходя из рассчитанной величины биомассы, можно заключить, что запас тазовского чира в текущий момент находится в неудовлетворительном состоянии в области восстановления запаса до уровня максимальной рыбопродуктивности, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,05 \quad (105)$$

$$ОДУ_{2021} = B_i \times \varphi_{Frec} = 33 \quad (106)$$

Таким образом, величина допустимого изъятия тазовского чира на 2021 г. по ПРП составит 33 т (таблица 4.82) при этом основная часть прироста запаса направляется на скорейшее восстановление его величины до уровня B_{rt} (таблица 4.82).

Таблица 4.82 – Расчет допустимого изъятия чира Тазовского бассейна на 2021 г.

B_{rt} , т	C_{rt} , т	B_{lim} , т	C_{lim} , т	B_{pa} , т	C_{pa} , т	φ_{Ftr}	$\varphi_{F_{lim}}$	$\varphi_{F_{pa}}$	$B_{i_{2021}}$, т	φ_{Frec}	$ОДУ_{i_{2021}}$, т
2328	303	359	175	541	215	0,37	0,49	0,40	639	0,05	33

По ВКМ ОДУ чира после корректировки определён в 81 т (см. таблицу 4.80) по модели Пелла-Томлинсона в программе COMBI 4.0 – в 80 т. Поскольку, как было показано (см. таблицу 4.81), величина ОДУ по ВКМ приведет к значительному возрастанию промысловой биомассы стада чира, наблюдается усиление борьбы с ННН-промыслом, проводимое в ЯНАО, то величину его ОДУ в 2021 г. рекомендуется установить на уровне 81 т.

4.8.3.7 Рекомендуемая интенсивность промысла

В бассейне Тазовской губы в 2021 гг. ожидается снижение промысловых запасов сиговых рыб. Рекомендуем вылов чира в Тазовской губе определить в размере 48 т. Результаты анализа динамики численности популяций сигов, темпа роста биомассы их особей и сохраняющийся высокий уровень ННН-промысла свидетельствует о необходимости снижения текущего уровня интенсивности промысла для улучшения воспроизводства сигов. Учитывая, что средний вылов на одну сеть за последние пять лет составляет 329 кг, считаем, что для добычи тазовской сигов в Тазовской губе необходимо будет выставить 700 сетей, в том числе с ячейй 40 мм – 1245 сетей и с ячейй 50–60 мм – 415 сетей. Летний неводной лов производить на 9

традиционных песках: Надо-Марра, Яунтарка, Харбей, Вани-Марра, Саньков-Марра, Маяк-Марра, Новенький, Нямгудочи, Сотый.

4.9 Омуль арктический

4.9.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза общего допустимого вылова арктического омуля имеются многолетние данные биологических показателей, организации промысла и промысловых уловов.

Общая характеристика вида. На территории Тюменской области в прибрежных акваториях Карского моря в Байдарацкой губе, в северной части Обской губы, в Гыданском и Юрацкой губах простирается нагульный ареал арктического омуля (далее, как синоним омуль) *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776). На данном этапе исследований считается, что у западного побережья Ямальского полуострова, в Байдарацкой губе обитает нагульная часть печорской полупроходной популяции омуля, а в Обской, Гыданской и Юрацкой губах нагуливается омуль енисейской полупроходной популяции.

Как известно, в р. Обь арктический омуль не заходит и распространение его в основном приурочено к северной и средней части Обской губы до мыса Каменного, как исключение – до Нового Порта. Он заходит в некоторые реки Ямала (Тамбей, Ягоды-Яха, Се-Яха). По Е. В. Бурмакину [77] омуль попадается у острова Шокальского, имеется в Гыданском заливе и в реках Юрибей, Гыда, Няу-Яха. Сильный прогрев южной части Обской губы (до плюс 20°С и выше) при её сравнительно небольших глубинах, вероятно, является одной из основных причин того, что омуль не распространяется дальше на юг, поскольку является одним из самых холодолюбивых видов среди сиговых. Он водится в основном в тех водных объектах или таких их участках, где температура воды не выше 16 °С и солёность в основном не более 10–15 % [42]. Порогом солёности для него является граница между солоноватыми и морскими водами (24 %) [76].

Миграции омуля и факторы, её определяющие, изучены недостаточно. Особенно неясно поведение омуля в зимний период. А. Н. Пробатов [78], изучавший его миграции в Карском море, пришел к выводу, что осенью под влиянием нарастающей солености омуль покидает места летнего нагула в прибрежных районах моря и уходит в тундровые реки, где распределяется на зимовку в низовьях. В июне, когда в реках начнет прибывать вода, омуль стремительно уходит в море. Следует отметить, что по результатам наших исследований в июне 2006 г. в приусьевом участке р. Монготалянг-Яха наблюдался массовый заход омуля всех возрастов в реку вместе с приливными течениями на расстояние более чем 30 км. Сроки захода омуля в реку совпадали со сроками нереста корюшки. Осенние заходы омуля в тундровые

реки, совпадающие с началом ледостава или начинающиеся за несколько дней до него, известны для многих районов. Они наблюдаются в р. Коротаиха, стекающей с западного склона Пай-Хой, в р. Сябирча, впадающей в Карскую губу, в р. Юрибей, впадающей в Байдарацкую губу, в р. Тамбей – притока Обской губы и в других реках. Возможно, что в некоторых реках, как, например, в р. Юрибей, омуль действительно зимует, но из других рек он через 2–3 недели после захода, а иногда и в более короткий срок скатывается в море.

Наблюдения в 1949–1950 гг. в северных частях Гыданского (мыс Мамонта) и Енисейского заливов (о. Олений) показали, что в устьевой части Обской губы, Гыданского и Енисейского заливов даже зимой в поверхностном слое воды соленость сравнительно небольшая, что позволяет омулю зимовать в этом районе [64]. В Байдарацкой губе, где зимой высокая соленость, омуль вынужден искать убежища в низовьях тундровых рек, имеющих зимний сток.

Известно, что в Обской губе омуль летом и осенью связан с узкой зоной прибрежья, что определяется его пищевыми потребностями. Здесь он находит обилие корма в виде мизид, которые образуют скопления на незначительных глубинах и с приливом распространяются в обсыхающей зоне. Г. Х. Шапошникова [79] установила, что мизиды являются основным компонентом питания омуля в Обской губе, а к доминантам второго порядка она отнесла амфипод и планктонного рака *Senecella*. Довольно часто пищей служили мальки бычка-рогатки. По данным Б. К. Москаленко [63], мизиды составляют 95–96 % от массы пищевого комка омуля. Основной пищей омуля, обитающего в устьевых участках других северных рек (Лена, Енисей), являются, наряду с мизидами, веслоногие ракообразные (*Limnocalanus grimaldii*). В подледный период омуль питается исключительно этими солоноватоводными раками [80, 81].

В бассейне Гыданской губы все пищеварительные тракты рыб, выловленных в 2006 г. в зимний период – пустые. Летом отмечается до 20 % рыб с пустыми желудками, степень и индексы наполнения желудков омуля невысокие. Спектр питания омуля летом включал двустворчатых моллюсков, мизид, бокоплавов (не менее 4 видов), морских тараканов, веслоногих, олигохет, личинок хирономид, имаго насекомых, а также мальков рыб и остатки растительности. Основным кормовым объектом были мизиды – они обнаружены в желудках 63 % всех обследованных рыб. В желудках омуля часто встречались (56 %) двустворчатые моллюски *Portlandia arctica* var. *aestuariorum*. Основными пищевыми объектами являются организмы нектобентоса и зообентоса, значение зоопланктона несущественно [82].

Биологическая характеристика. В 2019 г. сбор материала арктического омуля осуществлялся из промысловых уловов Гыданского рыбзавода. В уловах встречались особи 4+ – 8+, преобладали особи 5+ – 6+ (таблица 4.83). Средневзвешенный возраст составил 5,7.

Таблица 4.83 – Возрастной состав арктического омуля Гыданского бассейна за ряд лет

Год	Возрастная группа, %									Средневзвешенный возраст, лет
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2006	0,5	1,0	0,9	4,9	22,4	24,3	26,8	16,4	2,8	8,3
2007	0,2	0,1	0,9	7,6	16,4	20,3	30,7	22,4	1,4	8,4
2008*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	–	–	17,9	23,1	35,9	15,4	7,7	–	–	6,7
2010	–	6,7	8,9	24,4	44,5	13,3	2,2	–	–	6,6
2011	–	0,2	3,5	17,4	46,8	31,0	1,0	–	–	7,1
2012	–	0,4	8,0	28,1	36,9	21,5	3,6	1,5	–	6,9
2013	–	17,4	41,4	27,2	13,8	0,2	–	–	–	5,4
2014	–	0,4	11,4	35,1	38,0	13,5	1,3	0,2	–	6,6
2015	–	0,4	1,3	16,5	50,3	24,3	6,0	1,3	–	7,2
2016*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2017	9,3	23,3	26,7	25,6	7,0	4,7	3,5	0,4	–	5,3
2018	–	2,5	13,3	25,2	42,2	13,6	3,2	–	–	6,6
2019	–	7,0	36,9	37,3	16,2	2,7	–	–	–	5,7

* – исследования не проводились

Размерный состав представлен особями от 26,2 до 37,5 см, средняя длина 31,5 см. Масса рыб в уловах изменялась от 208 г до 608 г, и в среднем составила 381 г (таблицы 4.84, 4.85).

Таблица 4.84 – Промысловая длина (см) арктического омуля Гыданского бассейна, за ряд лет.

Возрастная группа	Год							
	2012	2013	2014	2015	2016*	2017	2018	2019
3+	31,3	–	24,3	–	–	27,2	–	–
4+	32,0	32,9	29,0	30,2	–	29,1	31,4	29,5
5+	33,2	34,1	34,5	31,9	–	31,4	32,0	30,8
6+	35,8	35,1	35,5	32,8	–	33,3	33,4	31,7
7+	37,0	36,9	37,3	33,6	–	35,3	34,4	32,9
8+	38,1	40,5	37,4	34,0	–	37,4	35,5	34,0
9+	39,0	–	37,8	36,2	–	38,8	36,3	–
10+	34,7	–	36,9	39,7	–	31,3	–	–
Всего	31,3	34,6	32,2	33,6	–	27,2	34,0	31,5

* – исследования не проводились

Таблица 4.85 – Средняя масса (г) тела арктического омуля Гыданского бассейна, за ряд лет.

Возрастная группа	Год							
	2012	2013	2014	2015	2016*	2017	2018	2019
3+	–	–	–	–	–	226	–	–
4+	378	421	272	363	–	332	368	314
5+	400	501	418	461	–	442	385	352
6+	456	536	449	518	–	584	429	377
7+	581	634	488	567	–	748	462	412
8+	637	810	532	580	–	867	502	445
9+	692	–	684	642	–	968	530	–
10+	729	–	753	1007	–	1005	–	–
Всего	553	580	514	591	–	463	449	381

* – исследования не проводились

4.9.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и прогнозирования ОДУ арктического омуля возможно применение различных традиционно применяемых и рекомендуемых в последнее время когортных и продукционных моделей [9, 11, 12, 24, 57]. Однако это осложнено отсутствием информации по выловам на промысловое усилие, отсутствием показателей-индексов численности, низким качеством данных официальных уловов, затруднённой оценкой селективности при использовании сепарабельных ВПА-моделей (из-за применения сетей с разной ячейкой), что в условиях с недостатком информации может привести к большим ошибкам с последующими неверными выводами и расчётами ОДУ.

К имеющемуся информационному обеспечению, для оценки численности и биомассы, можно применить вероятностную когортную модель – ВКМ [16, 17, 22, 23], показывающую результаты, близкие к таковым, полученным на моделях ВПА и ранее уже более десяти лет применявшуюся для расчёта запаса и ОДУ арктического омуля.

Для выяснения объективности применения метода ВЗР, который даёт верное представление о промысловой численности и запасе при условии, что коэффициент суммарного использования запаса более 0,4, были рассчитаны параметры смертности рыб другими методами и определена численность на основе уравнения Ф. И. Баранова. При более низком коэффициенте использования запаса метод ВЗР может занизить величину промыслового запаса, а следовательно ресурс будет недоосвоен.

Для этого методом Форда-Уолфорда первоначально получены параметры уравнения Берталанфи:

$$I_t = 66,7 \cdot (1 - e^{-0,4569 \cdot (t-11)})$$

По методу Алверсона-Карни кульминация ихтиомассы в эксплуатируемом запасе проходит в 6,8 года ($t_{\infty} \times 0,38 = 18 \times 0,38$). При этом в возрасте достижения кульминации ихтиомассы её прирост равен 0, поскольку в этот момент прирост ихтиомассы стада уравновешивается естественной смертностью, то есть удельная скорость роста массы тела особей равна мгновенному коэффициенту естественной смертности. Отсюда в возрасте 7+ $M = C_w = 0,18$ (рисунок 4.102).

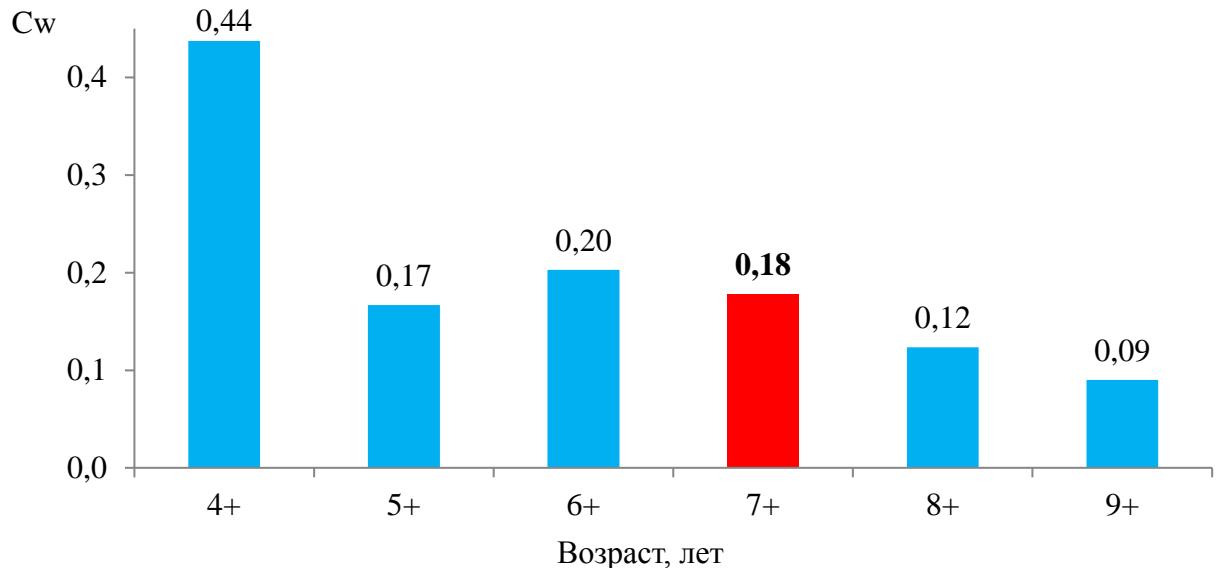


Рисунок 4.102– Удельная скорость весового роста арктического омуля

Мгновенный коэффициент общей смертности (Z) рассчитывался по Бивертону и Холту [7], исходя из коэффициентов уравнения Берталанфи:

$$Z = K \frac{l_{\infty} - l_{cp}}{l_{cp} - l_{min}}, \text{ где} \quad (107)$$

$$K = 0,4569; \quad l_{\infty} = 66,7;$$

$$l_{cp} = 36,3; \quad l_{min} (7+) = 32,9.$$

Величина мгновенного коэффициента общей смертности для восьмилеток равна 0,37.

Отсюда мгновенный коэффициент промысловой смертности для рыб возраста 7+ равен:

$$F_x = Z - M = 0,37 - 0,18 = 0,19$$

Соответственно, численность арктического омуля для возраста 7+ по уравнению Баранова составляет 281,1 тыс. экз.:

$$N_x = \frac{C_x \cdot Z_x}{F_x \cdot (1 - e^{-Z_x})}, \text{ где} \quad (108)$$

C_x – улов генерации в возрасте 7+ – 41,8 тыс. экз.;

Виртуальная численность в возрасте 7+ составляет – 230,4 тыс. экз.:

$$V_i = \sum_{j=1}^n C_j$$

Величина коэффициента использования запаса в возрасте максимальной продуктивности составляет 0,42. Таким образом, полученный результат свидетельствует, что применение метода ВЗР даёт объективное представление о состоянии запаса популяции арктического омуля и рекомендуемый прогноз ОДУ и РВ может быть взят за основу.

После базового расчёта на ВКМ численности стада, для корректировки естественной смертности (раздел 1) с последующим уточнением численности в возрастных группах, предварительно определена закономерность уменьшения численности омуля с использованием расчётов численности в четырёх точках (рисунок 4.103)

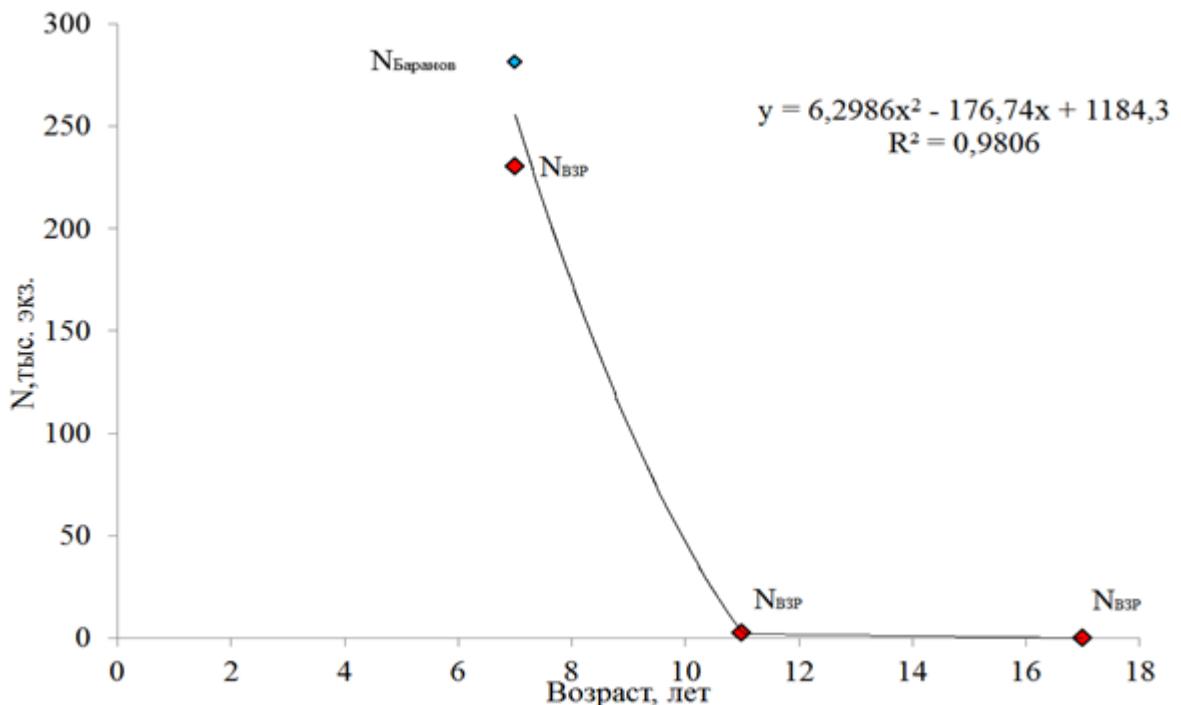


Рисунок 4.103 – Зависимость численности арктического омуля от возраста

В первой точке – для возраста максимальной продуктивности с использованием метода Алверсона – Карни и уравнения Баранова; во-второй – в возрасте максимального вылова генерации; в третьей – через коэффициент вылова для последней возрастной группы, присутствующей в уловах (который рассчитывается на основе полученных данных по численности рыб других возрастных групп в анализируемом году); в четвёртой – численность в виде единичного экземпляра устанавливалась в предельном возрасте, рассчитанном по параметрам уравнения роста Берталанфи:

$$t_{\infty} = \frac{\ln L_{\infty} - \ln (L_{\infty} - \bar{L})}{k} = 17,4 \quad (109)$$

Полученная зависимость позволяет рассчитать значения действительных коэффициентов естественной смертности (рисунок 4.104).

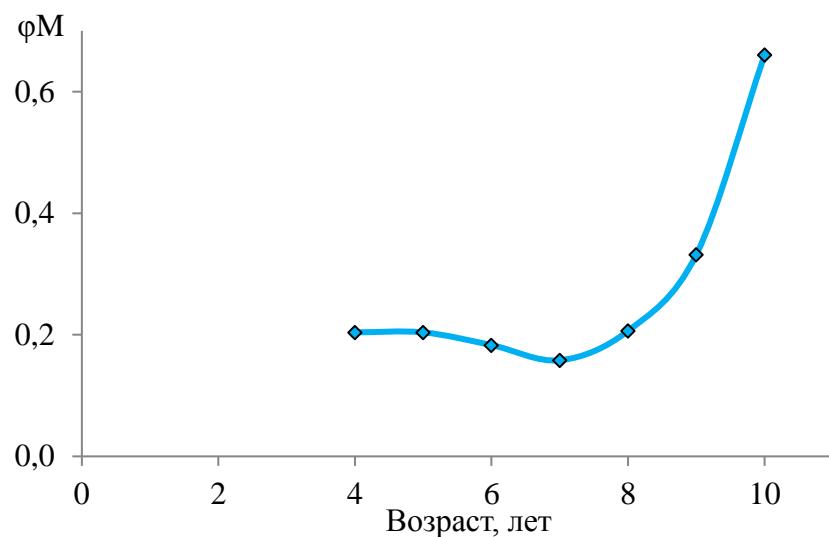


Рисунок 4.104 – Динамика скорректированных показателей действительных коэффициентов естественной смертности по возрастам

Итоговые расчёты по данной корректирующей процедуре внесли поправки в величину численности каждой генерации арктического омуля (пример на рисунке 4.105), в том числе и в прогнозные расчёты её ОДУ на 2021 г.

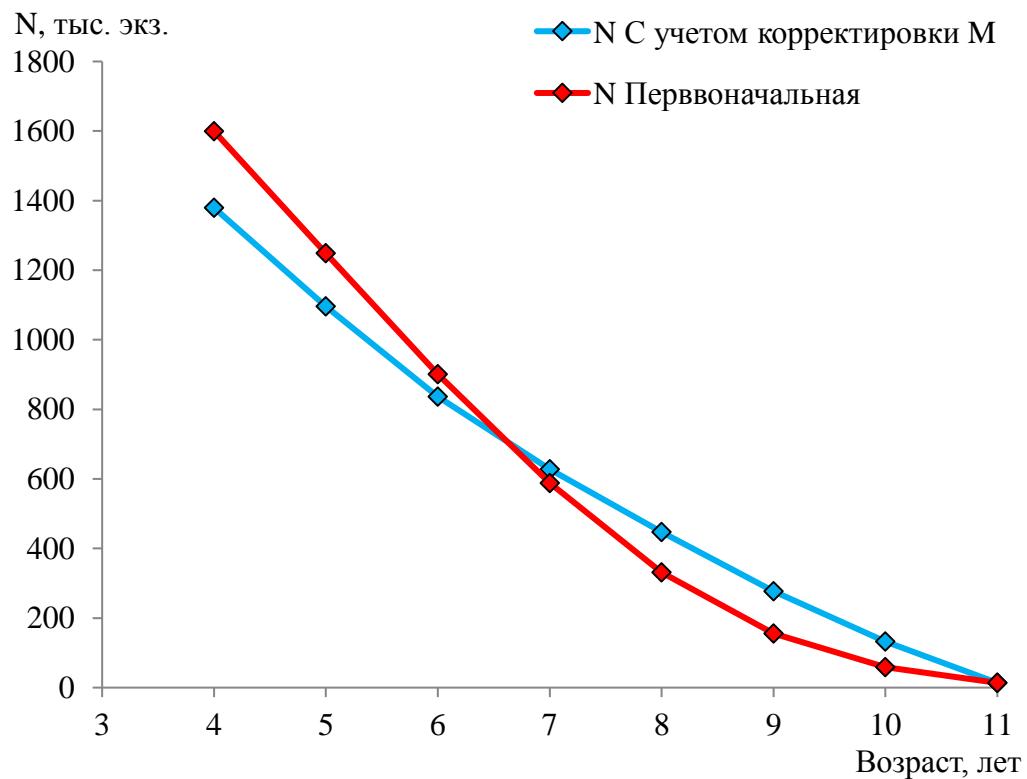


Рисунок 4.105 – Корректировка численности генерации арктического омуля

4.9.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Промышенный лов омуля в водных объектах Тюменской области, был начат в Обской губе лишь в конце 40-х годов прошлого века. До этого лов производился местным населением – кочующими ненцами – только для личного потребления. Объёмы промысла были невелики. Так, по данным приполярной переписи 1926–1927 гг. на Тобольском севере было добыто 0,608 т омуля. В 1936 г. у фактории Дровянной было добыто 0,33 т. Промысел омуля в Обской губе был организован в 1941 г. и стал быстро развиваться: в 1941 г. вылов составил 8,3 т, в 1942 г. – 59,8 т, в 1943 г. – 260,5 т. В период с 70-х до 90-х годов уловы стабилизировались на средней отметке 150 т, так как экономическая ситуация способствовала стабильному развитию рыболовства (рисунок 4.106).

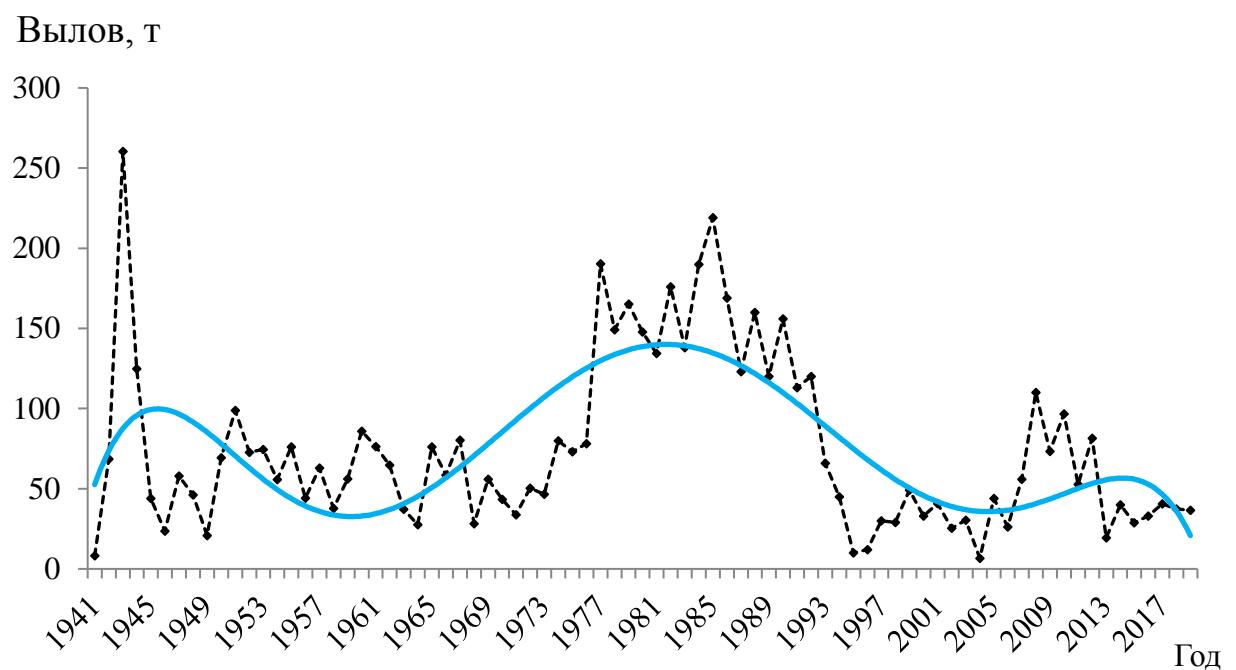


Рисунок 4.106 – Динамика вылова арктического омуля в Тюменской области за ряд лет

Вылов в 2019 г. составил 36,6 т, из них на долю основного рыбодобывающего предприятия омуля в Обь-Иртышском рыбохозяйственном регионе (ОАО «Гыдаагро») пришлось всего 2,0 т. Основной объем вылова, как и в прошлые годы, приходится на рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни КМНС, так в текущем году он составил – 30 т. В связи с активным освоением крайних северных территорий Тюменской области значительно возрос ННН-промысел, объём которого по нашим оценкам составляет порядка 20 т.

Омуля ловят, в основном, по открытой воде ставными сетями с шагом ячей 40–50 мм, закидными неводами, «рюжами».

Динамика запаса. Промысловый запас и прогноз ОДУ омуля арктического бассейна Гыданского залива более десяти лет рассчитывали по ВКМ. Динамика численности и

биомассы промыслового запаса омуля возрастных групп 4+ – 10+ приведена на рисунке 4.107. В качестве возрастных рядов использовали данные 2003–2019 гг.

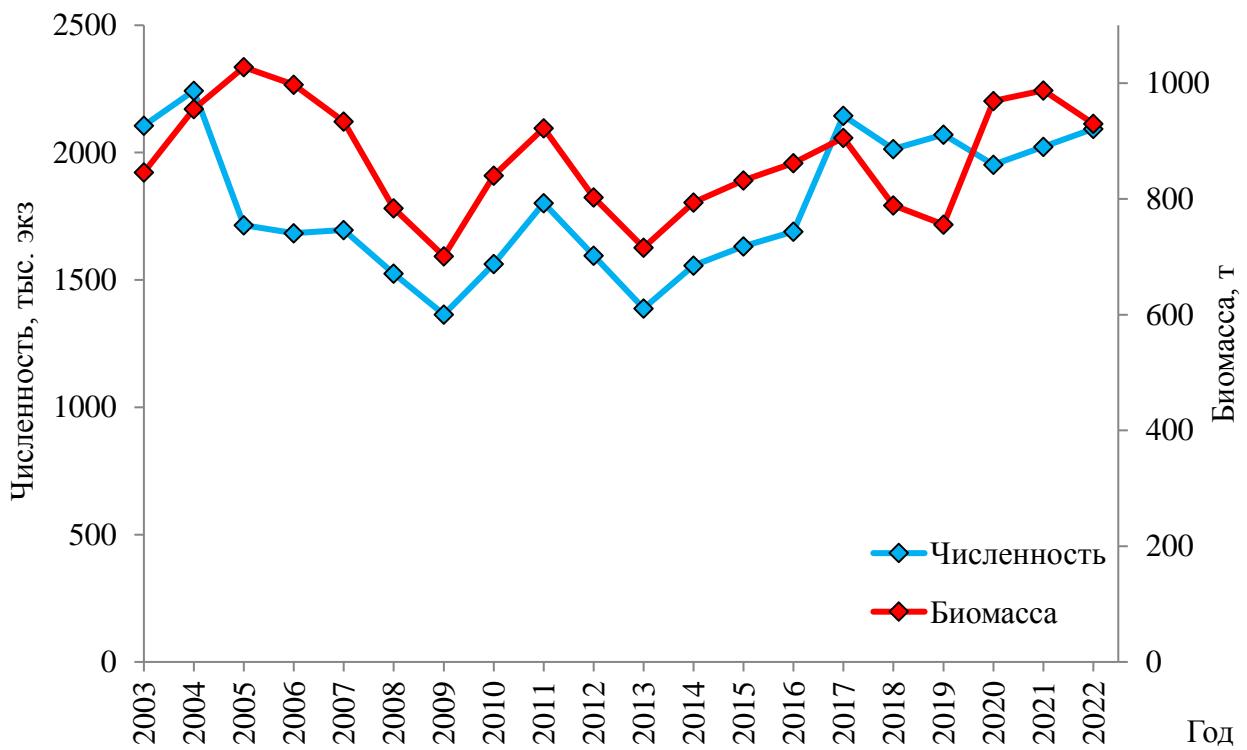


Рисунок 4.107 – Динамика численности и ихтиомассы промыслового стада арктического омуля Гыданского бассейна

4.9.4 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёты по ВКМ свидетельствуют, что в 2021 г. в Гыданском бассейне можно изъять 115 т арктического омуля (таблица 4.86).

Таблица 4.86 – Расчет допустимого изъятия омуля бассейна Гыданского бассейна на 2021 г.

Показатель	Возрастная группа							В целом
	4	5	6	7	8	9	10	
s	1,58	1,58	1,44	0,96	0,67	0,60	0,43	-
$\Delta W_{\text{инд.}, \text{г.}}$	-	74,0	61,2	80,7	74,4	80,4	116,9	-
ср. $W_{\text{инд.} 2014-2019 \text{ гг.}, \text{г}}$	342,5	416,5	477,7	558,4	632,8	713,2	830,1	-
N_{2021} , тыс. экз.	523,8	278,9	249,5	627,2	286,0	53,4	4,4	2023,2
$Y_{\text{биопрод.}, \text{т}}$	2,3	20,6	15,3	50,6	21,3	4,3	0,5	115

Оценка влияния прогнозируемого изъятия объема ОДУ и РВ на запас омуля бассейна Гыданского залива выполнена на основании уравнения убыли генерации с учетом улова и выживаемости, приведённой в разделе «Материал и методика».

Результаты расчетов приведены в таблице 4.87. Как видно из таблицы, расчётная численность и биомасса омуля Гыданского залива в 2022 г. при изъятии прогнозируемого на 2021 г. ОДУ и РВ по сравнению с 2021 г. уменьшится по биомассе на 6,2 % и вырастет по численности на 3,4 %. Таким образом, предлагаемая интенсивность промысла не окажет существенного отрицательного влияния на запасы арктического омуля.

Таблица 4.87 – Оценка влияния изъятия ОДУ и РВ в 2022 г. на запас омуля Гыданского бассейна

Показатель	Возрастная группа							В целом
	4	5	6	7	8	9	10	
Mi	0,17	0,21	0,32	0,33	0,30	0,25	0,14	-
C ₂₀₂₁ , тыс. экз.	6,6	49,5	32,0	90,6	33,6	6,0	0,6	219,0
N ₂₀₂₁ , тыс.экз.	523,8	278,9	249,5	627,2	286,0	53,4	4,4	2023,2
N ₂₀₂₂ , тыс.экз.	679,3	568,1	410,2	267,0	101,2	41,4	26,3	2093,5
ср.W _{инд. 2014-2019 гг., г}	342,5	416,5	477,7	558,4	632,8	713,2	830,1	-
B ₂₀₂₁ , т	179,4	116,2	119,2	350,2	181,0	38,1	3,7	987,7
B ₂₀₂₂ , т	232,7	236,6	195,9	149,1	64,0	29,5	21,8	929,8

Наряду с определением величины ОДУ запаса арктического омуля по вероятностной когортной модели были выполнены расчеты по прикладной программе COMBI 4.0, в основе которой используются различные продукционные модели: Шефера, Фокса и Пелла-Томлинсона.

Входными данными для расчета ОДУ послужили: официальный вылов и стандартизированная по Гыданскому рыбзаводу численность рыбаков за период с 2009 по 2019 гг. (рисунок 4.108).

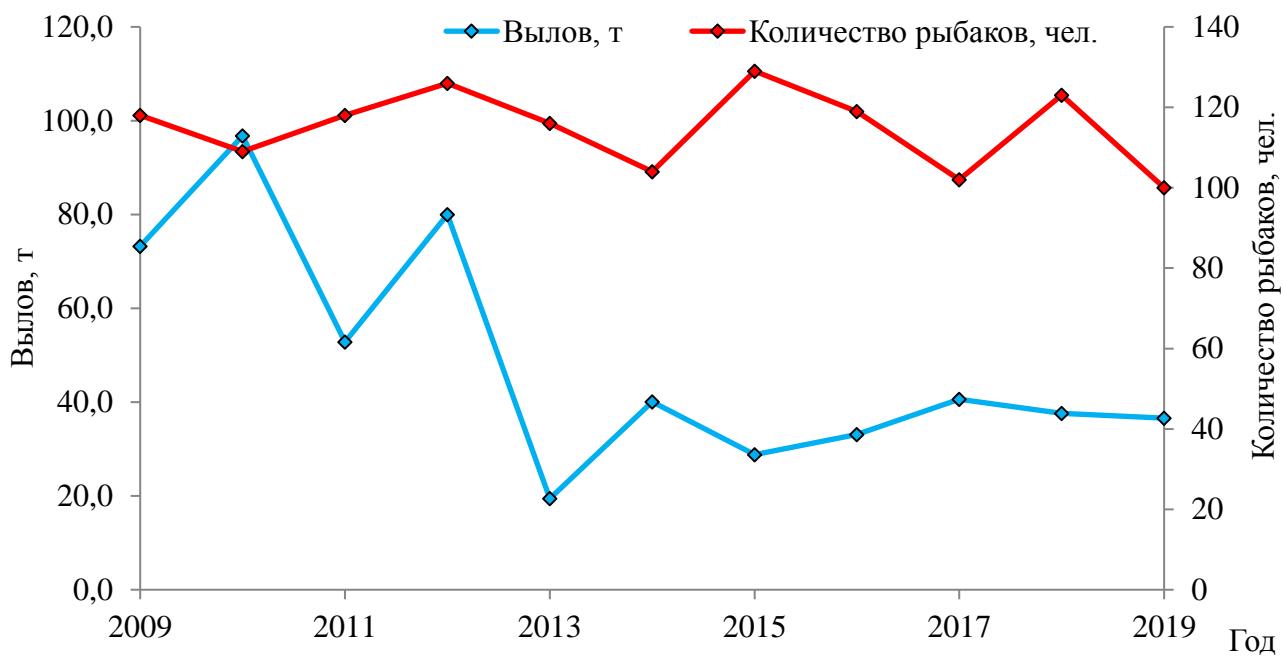


Рисунок 4.108 – Промысловая статистика использования запаса арктического омуля Гыданского бассейна

При расчете использовались оптимизационные параметры прошлого года, так как они показали приемлемый результат. Таким образом, использовалась модель Пелла-Томлинсона ($r = -0,19$) с целевой функцией суммы квадратов и 40 % отсечением значений расчета медианного отклонения и следующими параметрами:

$$r = 0,17; \quad K = 925; \quad q = 0,000314; \quad L = 0,078.$$

Продукционная кривая изображена на рисунке 4.109. Значения биологических ориентиров управления, оцененные с помощью модели Пелла-Томлинсона, составляют:

$$B_{MSY} = 463 \text{ т}; \quad MSY = 39 \text{ т}.$$

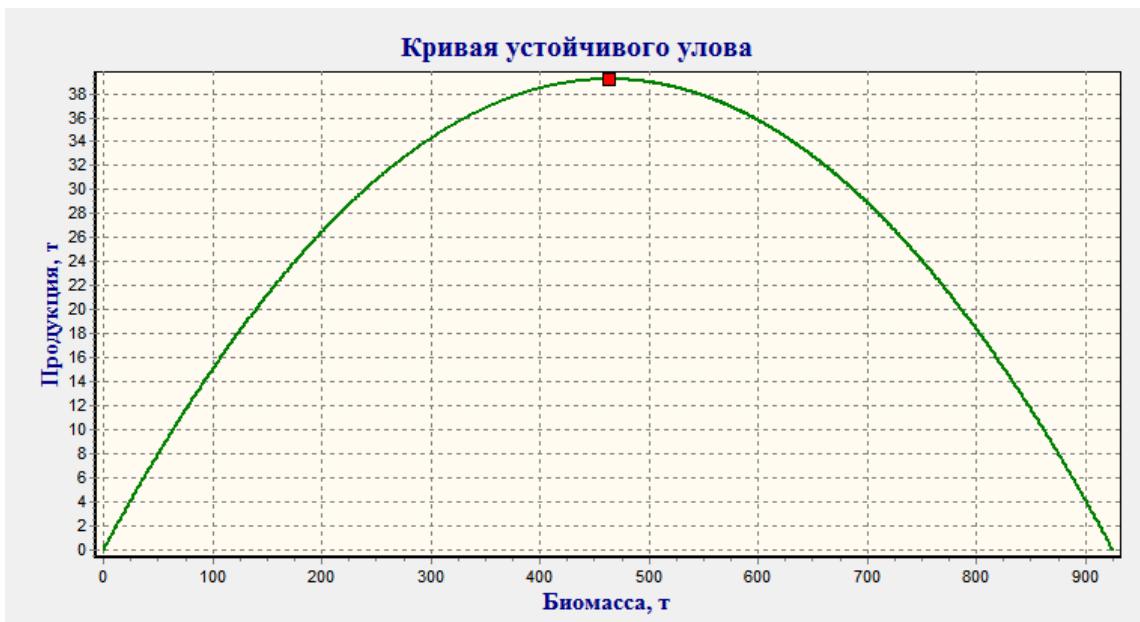


Рисунок 4.109 – Продукционная кривая запаса арктического омуля Гыданского бассейна

При определении величины ОДУ использовано адаптивное ПРП с логистической функцией (рисунок 4.110). При использовании данной схемы ПРП $F_{MSY} = 0,08$



Рисунок 4.110 – Правила регулирования промысла запаса арктического омуля Гыданского бассейна

Таким образом, при использовании модели Пелла-Томлинсона с целевой функцией суммы квадратов и выбранным правилом регулирования промысла показатели эффективности эксплуатации запаса имеют следующий вид (таблица 4.88):

Таблица 4.88 – Показатели запаса омуля Гыданского бассейна по продукционной модели Пелла-Томлинсона

Время восстановления, лет	Ср. прогнозная B , т	Средний прогнозный улов, т	Биомасса прогнозная к ретроспективой	Улов прогнозный к ретроспективе	$P B_{npoz.} < B_{lim}$	$P C_{npoz.} < C_{lim}$	B_{2021} , т	ОДУ, т
0	1001,6	84,7	1,0	1,7	0	0	1019	86

В соответствии с принятым ПРП величина ОДУ на 2021 г. для запаса арктического омуля Гыданского бассейна составляет 86 т.

Необходимо отметить, что биомасса запаса арктического омуля в 2021 г. полученная по продукционной модели составила – 1019 т, оценка ОДУ – 86 т, а по ВКМ – 988 и 115 т соответственно. Данные величины близки и позволяют судить о правильности проводимых расчётов на ВКМ.

4.9.5 *Обоснование биологических ориентиров и правила регулирования промысла*

В качестве биологических ориентиров продуктивного состояния промыслового стада омуля могут выступать биологические показатели, приведенные в таблицах 4.83, 4.84, 4.85 являющиеся хорошими индикаторами состояния промыслового запаса. Расчётные прогнозируемые величины численности в результате реализации ОДУ не должны приводить к сокращению промыслового запаса.

Ориентиры управления и правила регулирования промысла (ПРП) [8] могут быть определены по промысловым показателям запаса омуля, рассчитанным по ВКМ.

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

Определение целевых ориентиров. В основе методики расчёта целевого ориентира по биомассе (B_{tr}) лежит параболическая зависимость прибавочной продукции (прирост биомассы, $Y_{prod.}$) от биомассы запаса (рисунок 4.111).

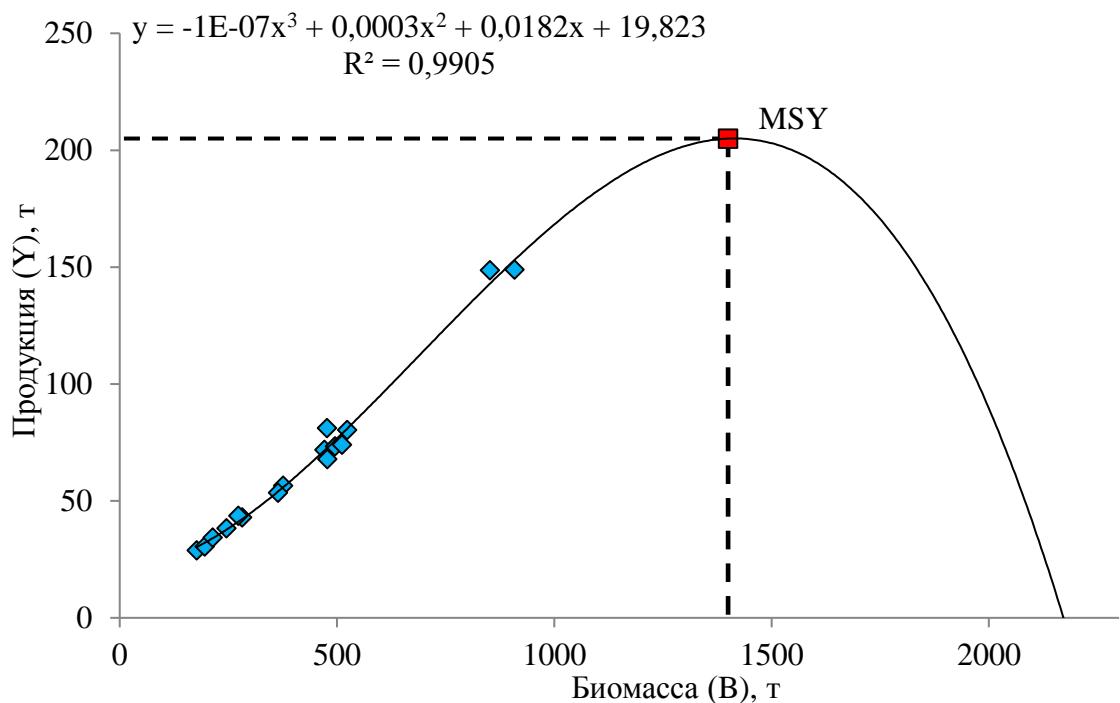


Рисунок 4.111 – Зависимость продукции от биомассы запаса арктического омуля Гыданского бассейна

Точка перегиба параболической кривой не что иное, как значение биомассы ($B_{tr} = B_{MSY}$) позволяющая получить максимальную продукцию запаса ($C_{tr} = Y_{MSY}$).

$$B_{tr} = 1400 \text{ т}$$

$$C_{tr} = 205 \text{ т}$$

Полученные параметры позволяют рассчитать целевой ориентир интенсивности промысла ($\varphi F_{tr} = \varphi F_{MSY}$):

$$\varphi F_{tr} = \frac{C_{tr}}{B_{tr}} = 0,146 \quad (110)$$

Эти показатели указывают на максимально продуктивную биомассу и величину промысловой смертности, при которой будет происходить наиболее эффективное промысловое изъятие запаса. В этом случае система запас-промысел будет находиться в состоянии близком к равновесному при оптимальных уловах, максимальных в среднемноголетнем плане.

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} указывает на такое состояние промыслового запаса при сохраняющимся промысле, при котором продуктивность не растёт и нерестовая его часть находится на минимальном уровне. Показатель B_{lim} определялся как минимальная биомасса родительского стада, гарантирующая восстановление численности стада при снижении промысловой нагрузке и равняется 155 т.

φF_{lim} – интенсивность промысла, при достижении которой происходит перелов по пополнению, и определяется исходя из уравнения:

$$\varphi F_{lim} = \frac{C_{lim}}{B_{lim}} = 0,20 \quad (111)$$

Таким образом, снижение биомассы ниже B_{lim} или увеличение промысловой смертности выше φ_{Flim} указывают на подрыв запаса и необходимость значительного снижения или запрета промысла.

Определение буферных ориентиров. Буферные ориентиры позволяют своевременно влиять на интенсивность промысла, тем самым предупреждая сокращение биомассы запаса до уровня B_{lim} .

Буферный (предосторожный) ориентир по биомассе B_{pa} является границей биологически безопасной эксплуатации запаса омуля в условиях неопределенности, показывая величину биомассы его нерестового запаса, ниже которой он считается потенциально переловленным. При сокращении запаса ниже этого уровня возрастает риск снижение биомассы до уровня B_{lim} .

$$B_{pa} = B_{lim} \times (\exp 1,645s) = 323 \quad (112)$$

где 1,645 – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности 95%;

s – мера неопределенности, выражаемая через коэффициент вариации биомассы производителей.

Буферный ориентир по промысловой смертности φ_{Fpa} находится по отношению

$$\varphi_{Fpa} = \frac{C_{pa}}{B_{pa}} = 0,159 \quad (113)$$

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса (рисунок 4.112) можно приступить к расчету величины ОДУ и регулированию промысла.

Исходя из рассчитанной величины биомассы 988 т, можно заключить, что запас арктического омуля в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии в области восстановленного запаса до максимальной продуктивности, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП.

Рекомендуемая интенсивность промысла (φ_{Frec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi_{Frec} = \varphi_{Ftr} \times \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}} = 0,10 \quad (114)$$

$$\text{ОДУ}_{2021} = B_i \times \varphi_{Frec} = 97 \quad (115)$$

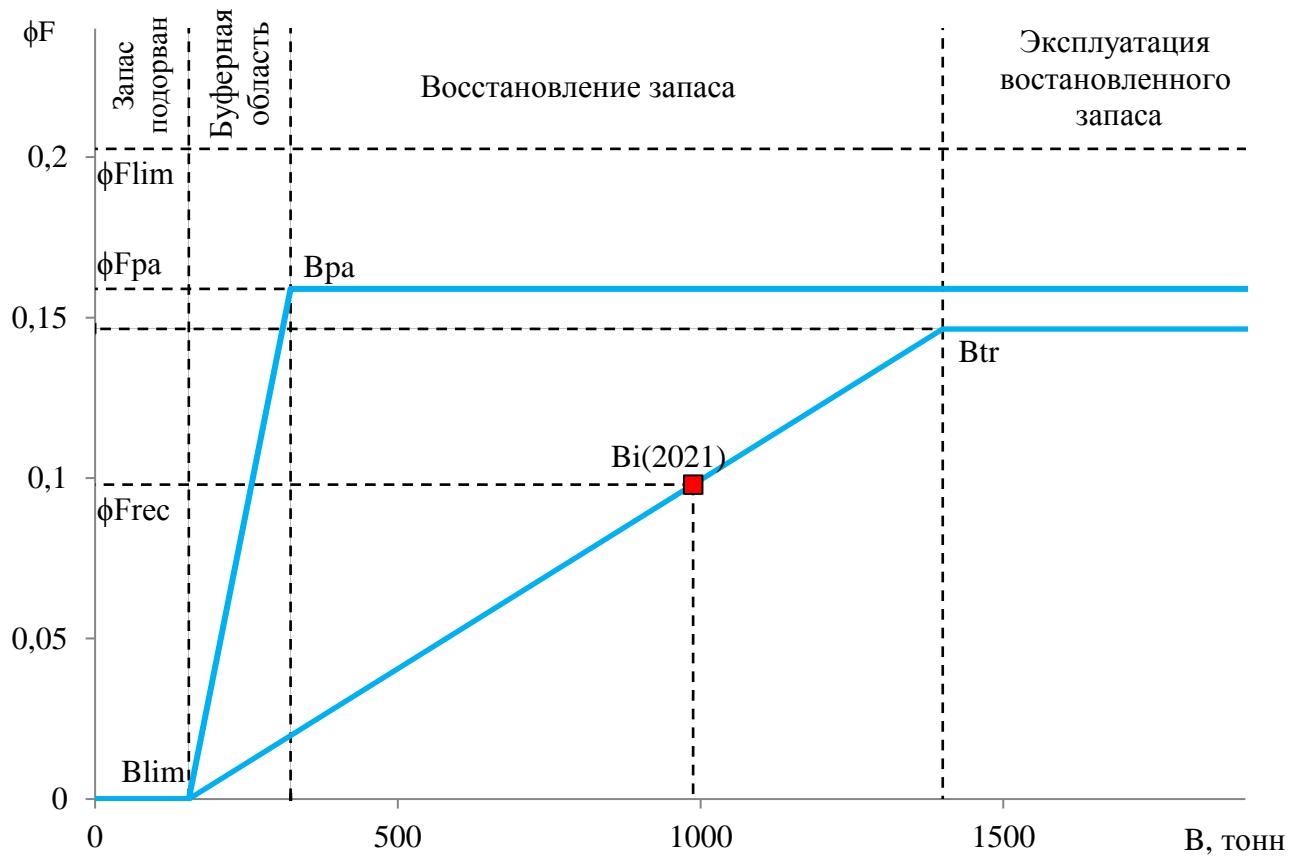


Рисунок 4.112 – Схема ПРП запаса арктического омуля Гыданского бассейна

Величина допустимого изъятия на 2021 г согласно данной схеме составит 97 т (таблица 4.89).

Таблица 4.89 – Расчет допустимого изъятия омуля бассейна Гыданского бассейна на 2021 г.

B _{rt} , т	C _{rt} , т	B _{lim} , т	C _{lim} , т	B _{pa} , т	C _{pa} , т	ϕF _{tr}	ϕF _{lim}	ϕF _{pa}	B _{i(2020)} , т	ϕF _{rec}	ОДУ _{i2021} , т
1400	205	155	31	323	51	0,146	0,203	0,159	988	0,10	97

Таким образом, было получено 3 оценки величины ОДУ с близкими результатами:

- Вероятностно-когортная модель с учетом корректировки естественной смертности (Биопродукционный подход) – 115 т;
- Вероятностно-когортная модель с учетом корректировки естественной смертности (Предосторожный подход – ПРП) – 97 т;
- Продукционная модель Пелла-Томлинсона – 86 т.

С учетом предосторожного подхода величину ОДУ для запаса арктического омуля бассейна Гыданского залива рекомендуем установить по промежуточной оценке – 97 т (в реках Гыданского юассейна ОДУ – 57 т, в Гыданской губе РВ – 40 т).

Экспертно, на основе обобщения и анализа ихтиологического материала прошлых лет [63–66], определено, что в реках Ямальского района, относящихся к бассейну Обской губы,

можно изымать порядка 30 т, в Обской губе – 30 т, в реках бассейна Байдарацкой губы – 10 т, в Байдарацкой губе – 3 т и в Юрацкой губе – 1 т.

В итоге, допустимое изъятие арктического омуля на 2021 г. составляет 171 т, при этом промысел вида осуществляется только в водных объектах ЯНАО. Распределение следующее: ОДУ в реках ЯНАО – 97 т, РВ в губах ЯНАО – 74 т.

4.9.6 Рекомендуемая интенсивность промысла

В Обь-Тазовском бассейне в 2021 гг. промысловый запас арктического омуля прогнозируется на уровне предыдущего года. Результаты анализа динамики численности популяции омуля, темпа роста биомассы, анализ промысловой нагрузки свидетельствуют о стабильном состоянии запаса.

4.10 Тугун

4.10.1 Анализ доступного информационного обеспечения

Для определения прогноза ОДУ тугуна имеются многолетние данные популяционных показателей, а также сведения по промысловым уловам основной его промысловой популяции р. Северная Сосьва (ХМАО). Статистика вылова тугуна р. Толька (Красноселькупский район ЯНАО) с 2016 г. отсутствует, биологические показатели не собираются с 2014 г. Нет показателей интенсивности промысла обоих стад, индексов их численности.

Общая характеристика вида. В настоящее время в Тюменской области отмечены многие локальные популяции тугуна (*Coregonus tugun* (Pallas, 1814)).

На территории ХМАО единственная и крупнейшая в Тюменской области популяция тугуна обитает в бассейне р. Северная Сосьва.

На территории ЯНАО в бассейне Нижней Оби тугун обитает в реках Щучья, Собь, Войкар, Сыня, Полуй, Назым, некоторых реках бассейна Обской губы (р. Се-Яха на полуострове Ямал, р. Ныда и др.).

В бассейне Тазовской губы этот вид встречается в р. Мессо-Яха, в притоках р. Таз – реках Худосей, Ратта, Каарлька, Печаль-Кы, Поколька, Ватылька, Толька, Малая Ширта и др.

Кроме этого, в Обь-Иртышском бассейне водятся две южные популяции тугуна – в верховьях р. Тавда (приток р. Иртыш второго порядка) и её притоках в Свердловской области, а также в верховьях р. Томь в Томской области.

Тугун – короткоцикловый вид, живёт всего шесть лет, имеет резкие колебания выживаемости на ранних стадиях развития под влиянием различных природно-климатических факторов и высокую естественную смертность во всех возрастных группах. Основу нерестового стада и численность популяции в определяющей мере составляют двухлетние особи и редко

трёхлетки при крайне неурожайном поколении возраста 1+. Неурожайность пополнения приводит на следующий год не только к резкому снижению численности популяции, но и сильному сокращению в последующие годы остатка – высокоплодовитых рыб рыб трёх – шестилетнего возраста в промыслово-нерестовом стаде. Однако гибкость и высокая воспроизводительная способность популяции при благоприятных условиях приводит к быстрому восстановлению её численности [83–85].

Биологическая характеристика. В 2019 г. сбор ихтиологического материала по тугуну осуществлялся на р. Ляпин (бассейн р. Северная Сосьва). Его размерно-возрастная характеристика за последние пятнадцать лет отражена в таблицах 4.90 и 4.91.

Таблица 4.90 – Возрастной состав промыслового стада тугуна р. Ляпин за ряд лет

Год	Возрастная группа, %				Средняя длина, см	Средняя масса, г
	1+	2+	3+	4+		
2004	86,3	12,3	1,4	–	11,1	16,0
2005	74,9	15,0	10,1	–	11,8	19,8
2006	94,7	4,4	0,9	–	10,5	13,6
2007	86,8	13,0	0,3	–	11,2	17,2
2008	43,6	54,9	1,4	0,1	13,0	27,9
2009	91,3	6,6	2,1	–	10,4	14,0
2010	88,5	9,6	1,1	0,8	11,0	16,3
2011	97,5	2,5	–	–	10,9	15,1
2012	85,3	13,7	1,0	0,03	10,5	14,3
2013	59,2	36,3	3,8	0,8	11,7	15,6
2014	71,6	27,3	1,1	–	11,3	13,9
2015	83,0	14,2	2,7	–	11,1	12,7
2016	80,8	18,5	0,7	–	10,8	13,3
2017	83,2	15,7	1,1	–	10,2	14,1
2018	87,8	8,8	3,3	–	9,8	11,2
2019	87,8	8,8	3,3	–	11,0	19,0

Таблица 4.91 – Средние биологические показатели тугуна р. Ляпин за ряд лет

Год	Возрастная группа									
	0+		1+		2+		3+		4+	
	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г
2004	–	–	9,8	9,7	12,5	20,5	14,6	34,0	–	–
2005	–	–	11,3	17,0	12,8	28,4	14,4	35,9	–	–
2006	–	–	10,4	13,0	12,4	22,6	14,3	34,8	15,8	50,3
2007	–	–	10,9	15,7	12,9	26,7	15,4	48,9	–	–
2008	–	–	10,3	12,6	11,3	16,5	14,7	36,5	15,8	45,8
2009	–	–	10,2	12,7	13,0	25,9	13,9	33,3	–	–
2010	–	–	10,7	14,5	12,8	25,5	15,1	41,5	16,4	57,1
2011	–	–	10,8	14,9	13,2	26,6	–	–	–	–
2012	–	–	10,3	13,0	12,1	21,3	13,6	30,2	15,8	48,6
2013	8,0	5,7	11,3	17,7	12,2	22,5	13,7	32,0	15,3	46,5
2014	7,6	4,8	11,1	16,8	11,8	20,4	13,7	33,1	–	–
2015	7,8	5,3	10,9	15,7	11,8	20,8	13,6	33,1	–	–
2016	7,3	4,3	10,6	13,5	11,7	18,6	13,7	30,7	–	–
2017	7,0	3,8	11,2	16,5	13,4	29,4	15,2	41,0	–	–
2018	7,3	4,3	9,8	10,6	12,7	25,0	15,0	39,7	15,8	46,3
2019	6,9	3,7	10,9	16,8	12,4	24,6	13,8	34,3	–	–

Можно видеть высокие колебания соотношений впервые (в возрасте 1+) и повторно созревающих частей стада, а также длины и особенно массы тела особей. В возрастных группах масса тела может отличаться в 1,6-1,8 раза, что серьёзно сказывается на его биомассе и уловах.

4.10.2 Обоснование выбора метода оценки запаса

Исходя из имеющейся биолого-промышленной информации, для определения численности и прогнозирования ОДУ тугуна возможно использование лишь некоторых когортных моделей, где нет настроек на интенсивность промысла или индексы запаса, а также моделей из пакета DLMtool, в которых используется ограниченный набор данных о промысловом объекте (третий уровень информационного обеспечения) [9, 11, 12, 24, 57].

В данном случае для оценки численности и биомассы применима вероятностная когортная модель [16, 17, 22, 23], по которой уже более десяти лет рассчитываются запаса и ОДУ тугуна.

Кроме этого, для определения величины ОДУ тугуна использовался пакет методов DLMtool [57], для чего входными данными послужила официальная статистика вылова и биологические показатели.

4.10.3 Ретроспективный анализ состояния запаса и промысла

Динамика уловов. Промысловое значение в настоящее время имеет обская популяция тугуна из бассейна Северной Сосьвы – левобережного уральского притока Оби. Популяция тугуна из р. Толька – левобережного притока р. Таз, с 2016 г. потеряла своё промысловое значение (таблица 4.92, рисунок 4.113).

Лов сосьвинского тугуна ведётся в основном речными мелкоячейными – «тугуновыми» – неводами с ячейёй в мотне – 10-12 мм, изредка – мелкоячейными сетями. У браконьеров могут быть и невода с ячейёй в мотне 8-10 мм.

Максимальный улов тугуна в Тюменской области был, достигнут в 1937 г. и составил 418 т, минимальный зафиксирован в 1950 г. – 0,2 т. В 2019 г. улов тугуна с учётом всех видов изъятия (промышленный, научный лов, лов для целей аквакультуры, лов КМНС) составил 14 т.

Таблица 4.92 – Вылов тугуна в водных объектах Тюменской области, тонн

Бассейн реки	Год промысла																	
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
р. Северная Сосьва	32,0	17,0	20,4	8,1	4,0	2,0	5,4	4,6	6,9	5,6	11,8	7,2	8,4	8,1	13,2	12,7	13,4	14,0
р. Таз	-	2,6	1,1	1,5	1,0	0,9	-	-	0,8	0,4	1,0	1,0	0,1	0,2	-	-	-	
Всего:	32,0	19,6	21,5	9,6	5,0	2,9	5,4	4,6	7,7	6,0	12,8	8,2	8,5	8,3	13,2	12,7	13,4	14,0

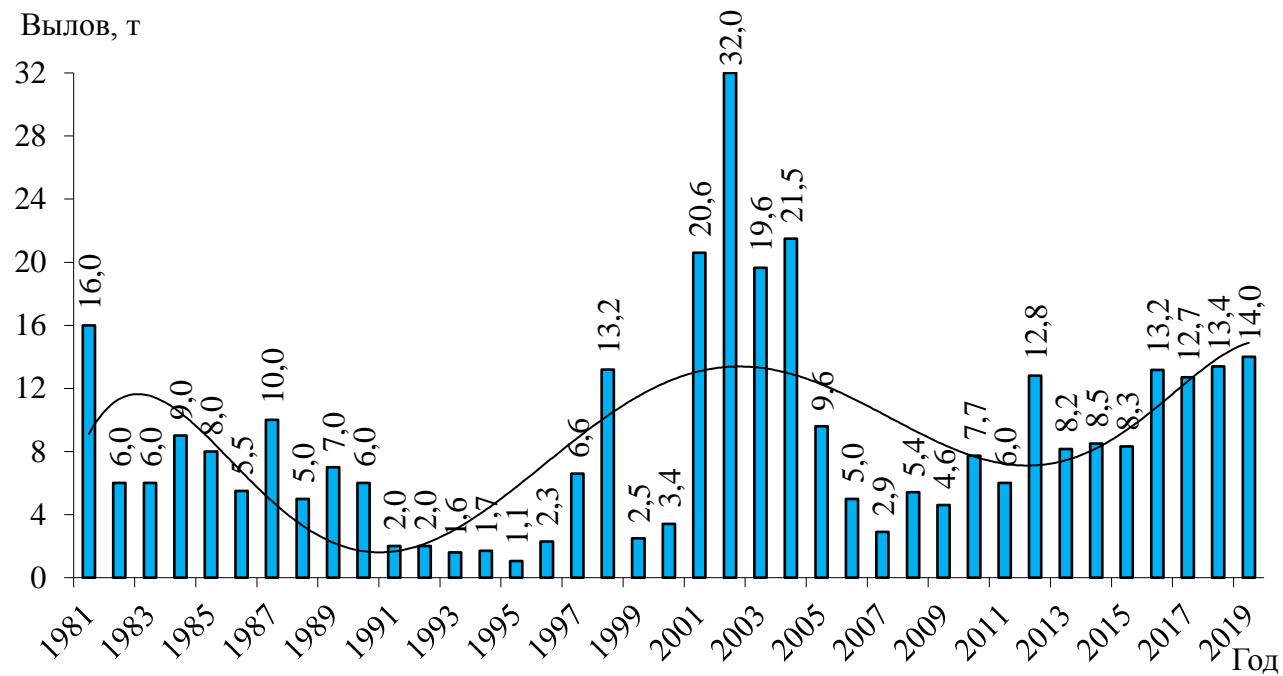


Рисунок 4.113 – Динамика уловов тугуна в водных объектах Тюменской области

Динамика запаса. Численность тугуна р. Северная Сосьва показывает значительные флуктуации за счёт разного уровня пополнения, которое может в 3-5 раз изменяться за один-два года. Это же касается биомассы стада, на величину которой влияют как колебания численности, так и темп роста особей, который, как уже отмечен, может усиливать или ослаблять варьирование биомассы. За последние восемнадцать лет численность промыслового стада тугуна (особи от 1+ до 4+ лет) изменялась от 280 тыс. до 1,5 тыс. особей, а биомасса – от 4,6 до 39,3 т (рисунок 4.114).

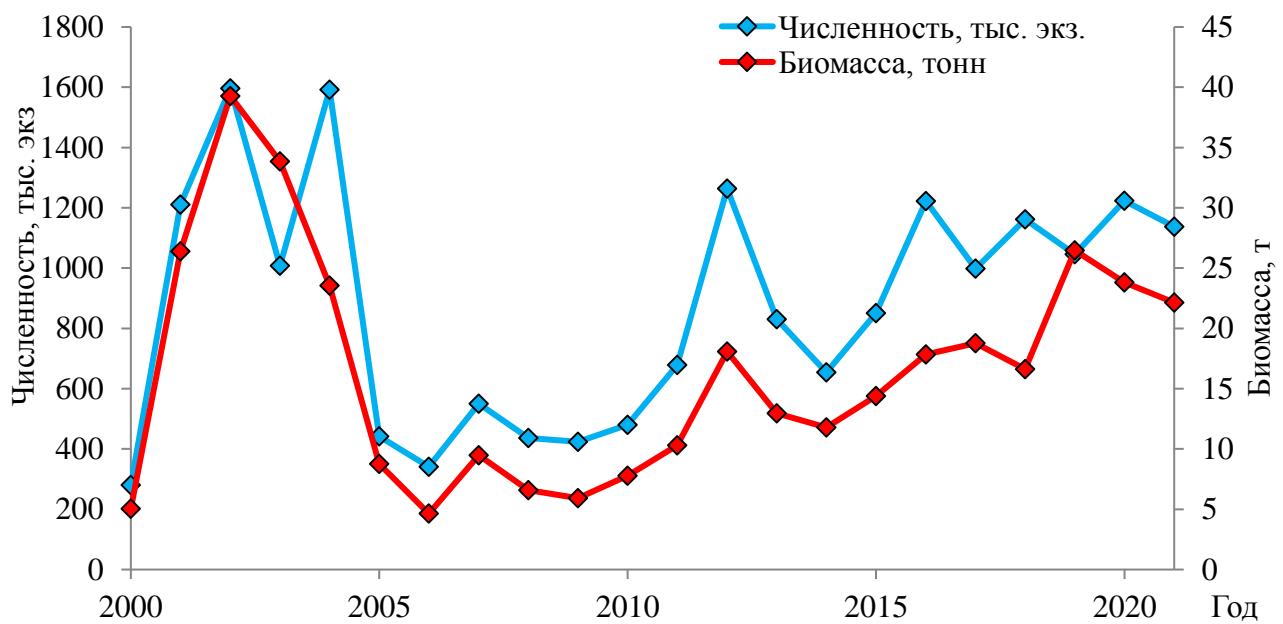


Рисунок 4.114 – Динамика уловов тугуна в водных объектах Тюменской области

4.10.4 Обоснование рекомендуемого объема ОДУ. Анализ и диагностика полученных результатов

Расчёт ОДУ тугуна по ВКМ проводился по схеме, изложенной в разделе 1. Итоги расчётов приведены в таблице 4.93.

Таблица 4.93 – Расчёт ОДУ тугуна на 2021 г. бассейна р. Северная Сосьва

Показатель	Возрастная группа				Всего
	1+	2+	3+	4+	
N_{2015} , тыс. экз.	756,6	81,1	13,2	-	850,9
N_{2016} , тыс. экз.	1034,1	181,8	6,3	-	1222,2
N_{2017} , тыс. экз.	823,0	168,3	7,5	-	998,8
N_{2018} , тыс. экз.	984,8	146,2	31,2	-	1162,3
N_{2019} , тыс. экз.	923,1	91,6	31,7	-	1046,4
N_{2020} , тыс. экз.	941,3	247,4	21,3	13,2	1223,2
N_{2021} , тыс. экз.	904,3	167,1	57,6	8,9	1137,9

ср.В, г; 2018-2019 гг.	13,7	24,8	37,0	46,3	-
Коэффициент улова, ср. 2011-2019 гг.	0,82	0,78	0,75	1,00	-
ОДУ 2021, т	10,2	3,2	1,6	0,4	15,5

В связи с тем, что тугун является типичным короткоцикловым видом и более половины особей в популяции погибают после первого нереста, возможный ОДУ рассчитали как отношение численности накопленного улова к общей численности рыб допустимой к изъятию. Таким образом коэффициент для определения промзапаса двухлеток составил 0,82, трехлеток – 0,78, четырехлеток – 0,75. ОДУ пятилеток определяли как 100 % от биомассы данной возрастной группы. Рассчитанная таким образом величина ОДУ составила 15,5 т.

В качестве альтернативной схемы определения величины ОДУ для запаса тугуна использовался пакет методов DLMtool с данными по вылову, росту особей, естественной смертности, определённой несколькими методами и в среднем составила – 0,66 (таблицы 4.91, 4.92, 4.94).

Таблица 4.94 – Оценка коэффициена действительной естественной смертности тугуна

Автор	Метод	M	$\phi M = 1 - \exp(-M)$
Alverson, Carney (1975)	$M = 3k / (\exp(0,25 \times k \times L_\infty) - 1)$	2,07	0,87
Hoenig (1983)	$M = \exp(1,44 - 0,982 \times \ln t_\infty)$	0,87	0,58
Jensen (1996)	$M = \frac{1,65}{t_{50\%}}$	1,42	0,76
Then, Hoenig, Hall, Hewitt (2016)	$M = 4,118 \times k^{0,73} \times L_\infty^{-0,333}$	0,52	0,40
Рихтер, Ефанов (1977)	$M = \frac{1,521}{t_{70\%}} - 0,1555$	1,21	0,70
В среднем			0,66

Параметры для расчета M получены из уравнения Берталанфи (метод Форда-Уолфорда):

$$L_t = L_\infty \times 1 - \exp(-k \times (t - t_0)) = 21,0 - \exp(-0,2342 \times (t - 1,99))$$

Предельный возраст определен исходя из уравнения:

$$t_\infty = \frac{\ln L_\infty - \ln(L_\infty - L)}{k} = 5 \quad (116)$$

Так как 100 % особей тугуна созревают на втором году жизни, то $t_{50\%}$ и $t_{70\%}$ принимаем как 1,16.

Расчёт по пакету методов DLMtool показал, что к имеющимся входным данным может быть применено 8 схем определения величины ОДУ с диапазоном оценок от 7,0 до 11,7 т (рисунок 4.115).

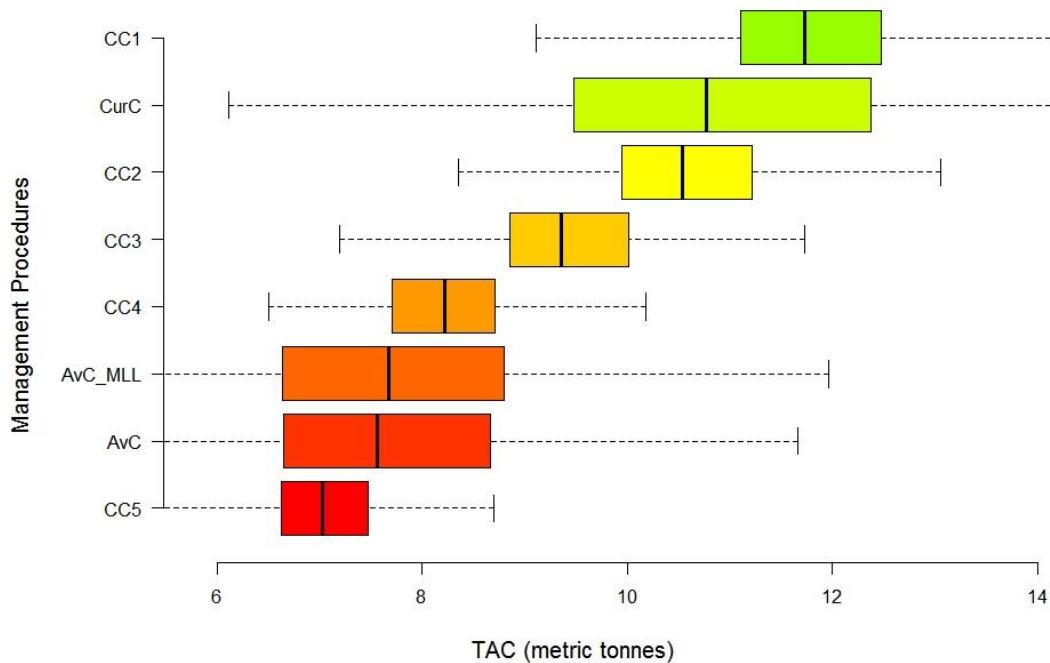


Рисунок 4.115 – Диапазон оценок ОДУ применяемых процедур управления к запасу тугуна

Для доступных схем определения величины ОДУ тугуна проведен анализ эффективности стратегий управления на встроенной в пакет DLMTool тестовой операционной модели (таблица 4.95, рисунок 4.116).

Таблица 4.95 – Оценка эффективности стратегий управления при определении величины ОДУ тугуна

Метод	F<FMSY	Долгосрочная Y>0,5Y	B>BMSY	B>0,5BMSY	B>0,1BMSY	ОДУ, Т
AvC	0,63	0,62	0,61	0,72	0,82	7,6
AvCMLL	0,94	0,91	0,86	0,97	1,00	7,7
CC1	0,53	0,55	0,51	0,64	0,76	11,7
CC2	0,64	0,62	0,62	0,72	0,83	10,5
CC3	0,78	0,71	0,74	0,83	0,90	9,4
CC4	0,88	0,69	0,83	0,91	0,94	8,2
CC5	0,96	0,65	0,92	0,97	0,99	7,0
CurC	0,57	0,53	0,55	0,66	0,78	10,8

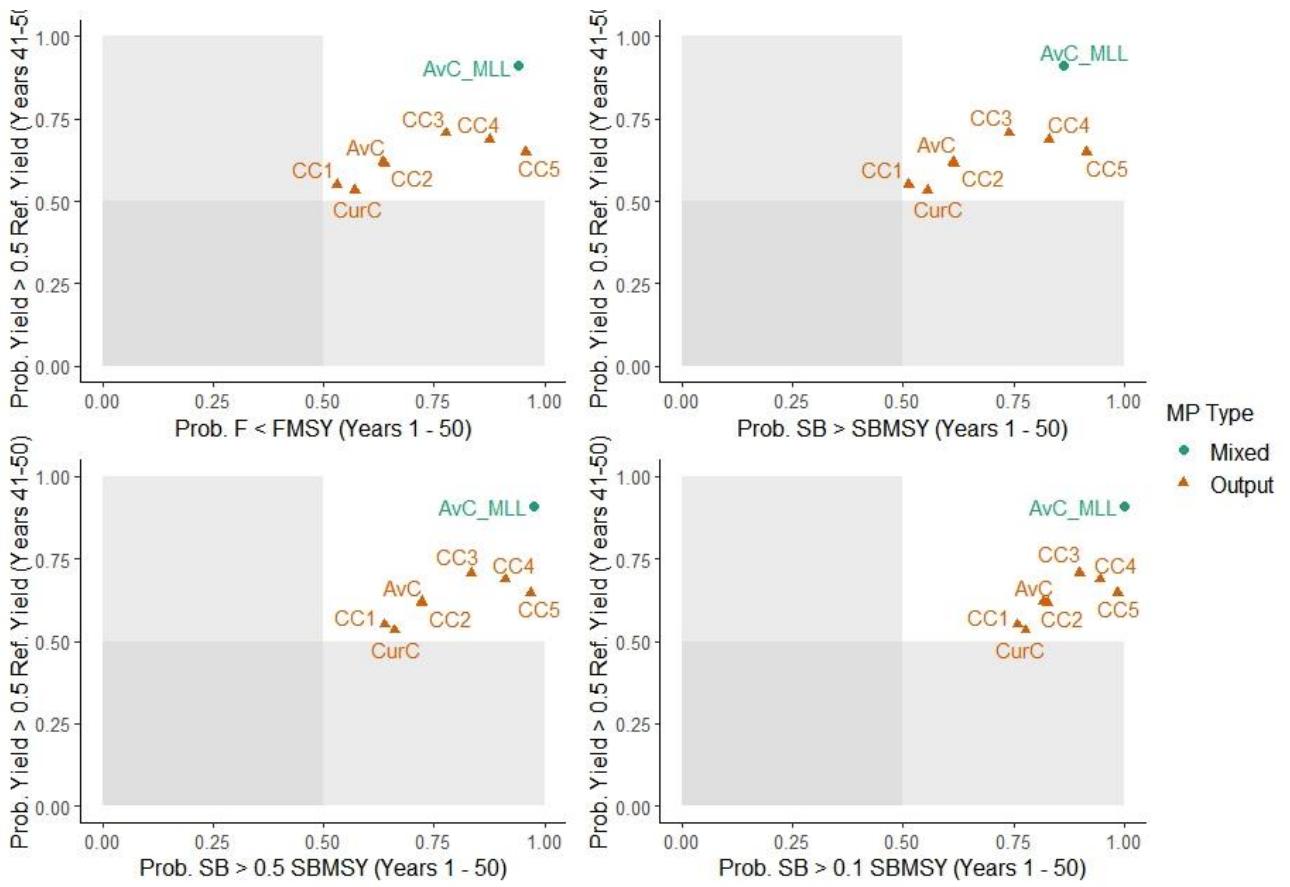


Рисунок 4.116 – Оценка эффективности стратегий управления запаса тугуна

Исходя из результатов проведенного тестирования (см. таблицу 4.95, рисунок 4.116) для оценки величины ОДУ тугуна может быть использовано все 8 предложенных схем.

4.10.5 Обоснование правила регулирования промысла

ПРП представляет собой формализованное выражение стратегии управления запасом при помощи ОДУ. Поскольку посредством ОДУ можно управлять продукцией запаса [8], то основным правилом регулирования промысла является лимитирование промыслового усилия. Вылов не должен превышать установленной величины ОДУ и приводить к дальнейшему сокращению запаса.

Анализ промысловых показателей тугуна р. Северная Сосьва проведён с помощью ориентиров управления и правил регулирования промысла (ПРП), применяемых для сильно флюктуирующих запасов [8].

Определение целевых ориентиров. Целевые ориентиры по биомассе определены относительно среднемноголетней биомассы:

$$B_{tr1} = \bar{B} \times (1 - h) = 16,6 \times (1 - 0,5) = 11,0 \quad (117)$$

$$B_{tr2} = \bar{B} \times (1 + h) = 16,6 \times (1 + 0,5) = 24,8 \quad (118)$$

Целевые ориентиры интенсивности промысла φF_{tr1} и φF_{tr2} оценены исходя из величины действительного коэффициента естественной смертности:

$$\varphi F_{tr1} = 0,75 \times \varphi M = 0,50 \quad (119)$$

$$\varphi F_{tr2} = 1,0 \times \varphi M = 0,66 \quad (120)$$

Определение граничных ориентиров. Граничный ориентир по биомассе B_{lim} в применимой схеме оценён, исходя из эмпирических данных (рисунок 4.117), и определён, как минимально отмеченная биомасса запаса тугуна, после которой он смог восстановиться – 4,6 т.

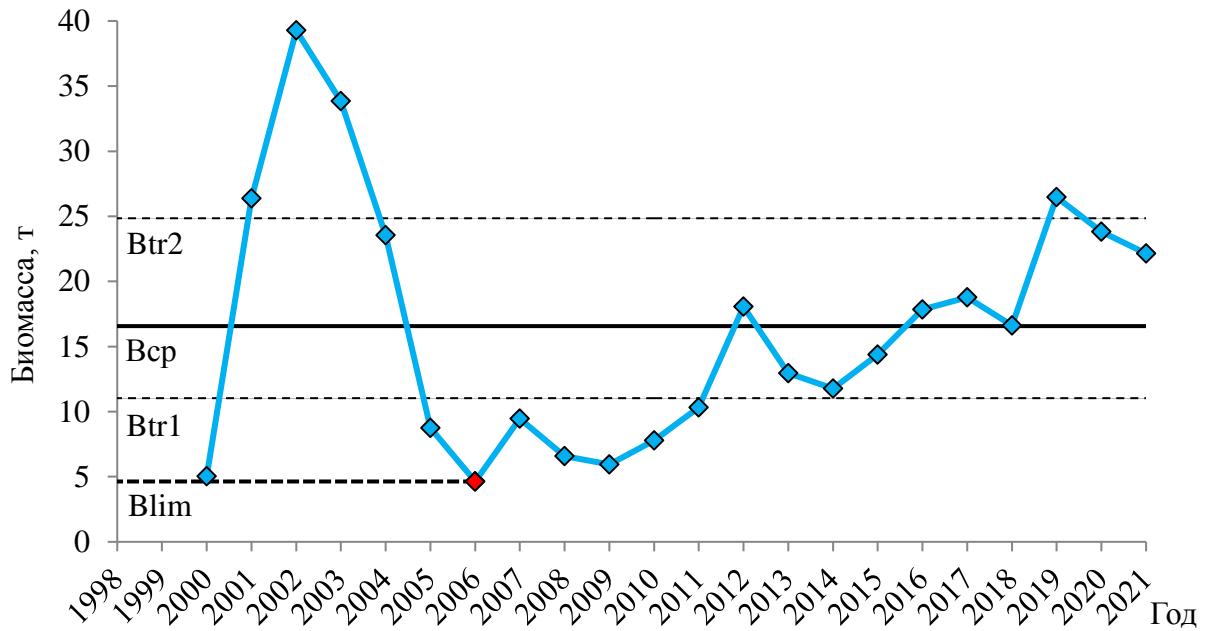


Рисунок 4.117 – Значения биомассы тугуна р. Северная Сосьва, за ряд лет

Таким образом, расставив полученные ориентиры и зная текущее состояние запаса тугуна (рисунок 4.118) можно рассчитать величины ОДУ и меры регулирования промысла.

Исходя из рассчитанной величины биомассы 22,2 т, можно заключить, что запас тугуна в текущий момент находится в удовлетворительном состоянии в области восстановленного запаса до максимальной продуктивности, следовательно, необходимо применить второй режим ПРП с промысловой интенсивностью – φF_{tr2} .

Рекомендуемая интенсивность промысла (φF_{rec}) и величина ОДУ рассчитываются исходя из уравнений:

$$\varphi F_{rec} = \frac{(\varphi F_{tr2} - \varphi F_0) * (B_i - B_{lim})}{(B_{tr2} - B_{lim}) + F_0} = 0,56 \quad (121)$$

$$\text{ОДУ}_{2021} = B_i \times \varphi F_{rec} = 12,3 \text{ т} \quad (122)$$

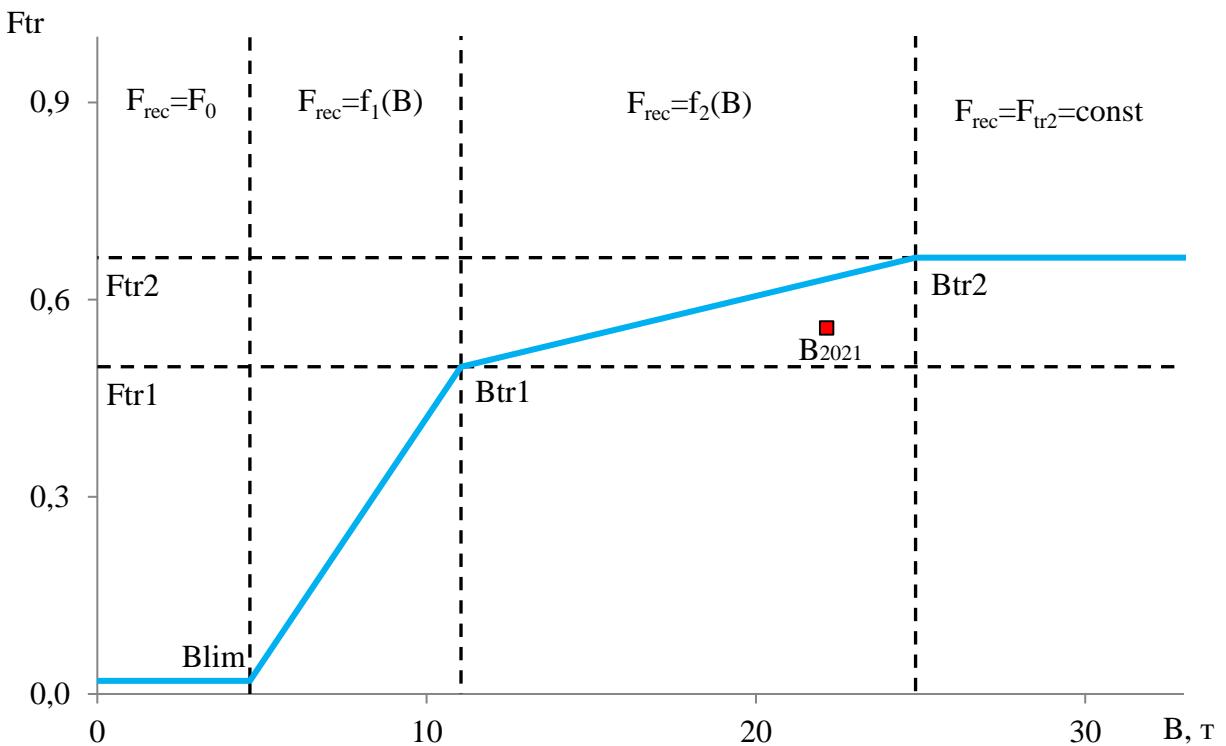


Рисунок 4.118 – Схема ПРП запаса тугуна р. Северная Сосьва

Итоги расчётов приведены в таблице 4.96.

Таблица 4.96 – Расчет допустимого изъятия тугуна на 2020 г.

B_{cp}	B_{tr1}	B_{tr2}	B_{lim}	φF_0	φM	φF_{tr1}	φF_{tr2}	Φ_{Frec}	B_{i2021}	$ОДУ_{i2021},$ m
16,6	11,0	24,8	4,6	0,02	0,66	0,50	0,66	0,56	22,2	12,3

Так как тугун короткоцикловый вид и большинство особей погибает после первого нереста, величина допустимого изъятия на 2021 г может быть рассчитана исходя из уравнения:

$$ОДУ_{2021} = B_{i2021} - B_{lim} = 22,2 \text{ т} - 4,6 \text{ т} = 18,4 \text{ т} \quad (123)$$

Таким образом, было получено 4 оценки величины ОДУ с близкими результатами:

- ВКМ (Биопродукционный подход) – 15,5 т;
- DLMTools диапазон оценок – 7 – 11,7 т;
- ВКМ (Предосторожный подход – ПРП) – 12,3 т;
- ВКМ ($B_i - B_{lim}$) – 18,4 т.

Принимая во внимание, что тугун короткоцикловый вид с высокой естественной смертностью уже после первого нереста, рекомендуем установить величину ОДУ, полученную по ВКМ – на уровне 15,5 т.

Стадо р. Толька (бассейн р. Таз). Промысловый лов толькинского тугуна организован с 1961 г. силами Тазовского рыбокомбината. До 70-х годов прошлого века вылов его изменился от 2,6 до 16,1 т, после чего добыча снизилась и варьировала от 1,1 до 9,1 т. В 80-х годах

произошло дальнейшее её уменьшение до 0,2–6,0 т. Такая динамика уловов отражала, в основном, постепенное ухудшение организации промысла, возникновение и неуклонное расширение нелегального вылова, а не снижение запасов тугуна.

В 90-е годы прошлого века, при развале прежней организации рыбной промышленности, промысел тугуна резко сократился, статистика уловов не велась. Она появилась вновь с введением системы квотирования уловов в 2000-е годы. До 2015 г. имелась отчётность по выделяемым лимитам, которые после 2005 г. составляли всего 1,0–1,4 т для ЗАО «Сельскохозяйственная территориально-соседская община «Ича» и 0,1–0,2 т – для ЗАО «Верхнетазовская рыбодобывающая компания» (ЗАО «ВДТРК»).

Как показали проведённые в 2012–2013 гг. исследования, в 2013–2014 гг. ОДУ тугуна для этих предприятий мог бы составить 5–8 т, а в 2012 г. – значительно больше. Однако, учитывая очень высокую степень незаконной добычи (75–80 % всего изъятия) до и во время периода официального промысла общиной «Ича», имеющей основную часть квоты, объём ОДУ тугуна на 2013–2014 гг. рекомендовался в размере всего 1,4 т. Причём, на 2014 г., при прогнозируемом сильном снижении численности тугуна (слабая урожайность поколения 2013 г.), квота давалась с учётом предполагаемого снижения браконьерского лова, борьбу с которым объявило Правительство ЯНАО [84, 85].

Состояние запасов. Исходя из вновь поступивших данных, полученных в ходе экспедиционных работ в верхнем течении р. Таз в 2019 г., численность запаса тугуна р. Толька оценивается как критически низкая. Основные причины её сокращения достоверно не выявлены и требуют проведения специальных исследований. По сведениям местного населения, в реку производятся сбросы производств, связанных с добычей углеводородного сырья, впервые отмеченные в 2012–2013 гг., что приводит к гибели тугуна и другой ихтиофауны. Тугун практически исчез из уловов уже в 2014 г.

Таким образом, состояние запаса тугуна на 2021 г. р. Толька ожидается неблагополучным. По данным проведённых в прошлые годы исследований популяции тугуна в других реках тазовского бассейна малочисленны, добыча их официальными организациями никогда не проводилась, имеется только ограниченный ННН-промысел. Поэтому ОДУ тугуна на 2021 г. для официальных предприятий не планируется. Для целей научного и контрольного лова запланирован вылов 0,1 т.

Кроме этого, в притоках р. Обь на территории ЯНАО есть локальные стада тугуна разной численности, которые могут эксплуатироваться: в реках Сыня, Войкар, Собь, Щучья. Популяции тугуна в реках Войкар и Щучья малы. За период 2003–2007 гг. средняя численность покатных личинок тугуна в реках Сыня и Собь составила (8,3±2,5) млн экз., при этом за тот же период в бассейне Сев. Сосьвы численность личинок тугуна в среднем равнялась

($84,4 \pm 19,6$) млн экз., то есть была в 10 раз выше. Следовательно, величина промзапаса и допустимый объем вылова в бассейне Сев. Сосьвы относительно рек Сыня и Собь больше в 10 раз. На основании этих данных экспертно на 2020 г. величину допустимого изъятия тугуна в реках Сыня и Собь возможно установить в размере 1,4 т.

Таким образом, ОДУ тугуна на 2021 г. по Тюменской области, включая автономные округа, предлагаем установить на уровне 17 т, из них в реках ХМАО – 15,5 т, в реках ЯНАО – 1,5 т (в Обском бассейне – 1,4 т, в Тазовском бассейне – 0,1 т).

4.11 Таймень

Распространение. Таймень обыкновенный *Hucho taimen* (Pallas, 1773) обитает во всех крупных речных системах на территории Тюменской области, включая автономные округа. Он постоянно встречается в бассейне Нижней Оби, в её уральских притоках: Войкаре, Сыне, Северной Сосьве, изредка в реках Хадытаяха, Собь, Лонготьеган, Большой Атлым. Есть сведения, подтверждающие его обитание в рр. Хадыта-Яха и Се-Яха и в некоторых озёрно-речных системах Ямальского полуострова. Распространён в верховьях р. Таз и её притоках – Худосей, Печаль-Кы, Каралька, Ватылька, Поколька, Ратта, Большая и Малая Ширта. Имеются две популяции тайменя в притоках р. Тавда – реках Сосьва и Лозьва. Наиболее многочисленная популяция обитает в р. Лозьва и её основных горных притоках – Ивдель, Вижай, Северная Тошемка. Таймень бассейна р. Тавда изредка отмечается на территории Тюменской области [31, 44, 86].

Этот крупный хищник предпочитает быстрые реки, но иногда встречается и в озёрах. Взрослые особи держатся одиночно на ямах, предпочитая участки с «завихрениями» течения, концентрируясь лишь во время нереста и возле источников с холодной водой в жаркие летние месяцы. Сеголетки, особи младших возрастов встречаются небольшими группами на разных участках реки, что связано с их большей численностью, а также с поведением и концентрациями различных объектов их питания. В пределах рек совершает сезонные миграции, обусловленные процессом размножения, уходом из районов с излишним прогревом вод, периодом зимовки [44].

Максимальная зарегистрированная масса тела тайменя в реках ЯНАО – 38 кг, длина – более 1 м (из р. Собь). Имеются свидетельства о поимке тайменя в притоках р. Таз с массой тела более 40 кг. В р. Лозьва отмечают рыб до 10–15 кг, длиной тела до 1 м в длину и возраста 10–12 лет.

Для всех указанных местообитаний отмечен близкий возраст достижения половозрелости самок – 6–7 лет при длине 55–70 см. Самцы созревают раньше самок: в р. Лозьва, например, единично – в 4+ лет, в массе – в 5+ лет при длине 60–62 см и массе 2,5–3,5 кг. Из-за

депрессии численности в большинстве местообитаний в размножении участвуют в основном особи 5+ - 8+ лет, длиной тела 55-93 см и массой 5,3–7,8 кг. В ряде мест соотношение полов производителей примерно одинаково, но в р. Лозьве самцы составляют до 70 % нерестового стада. Нерест ежегодный. Икру откладывает в конце мая – начале июня, при температуре воды 4–11 °С заходя в небольшие притоки с каменистым дном и сильным течением. Самка строит гнездо на перекатах с галечным грунтом. Икра крупная, 4–7 мм в диаметре, янтарно-красного цвета, размеры её увеличиваются с возрастом самок. Продолжительность инкубации зависит от температуры воды и может длится 28–45 дней. Плодовитость самок составляет от 4,6 до 20 тыс. икринок, в среднем в разных местах 9–10 тыс. икринок.

Личинки после выклева малоподвижны в течение 5–10 суток, а после резорбции желточного мешка и перехода на внешнее питание они перемещаются в прибрежную часть русла реки и держатся небольшими стайками по 5–10 особей.

Длина тела личинок после выклева составляет 17–19 мм, масса – 40 мг. Сеголетки тайменя вырастают до 79 мм и 2,5–10 г массой [86].

Питание. Питания тайменя в первые два года жизни, в основном, составляют водные и наземные беспозвоночные, попадающие в воду: перепончатокрылые, двукрылые, жестокрылые, иногда поедает личинок ручейников, а также веснянок, поденок. Поедать рыбу начинает уже на первом году жизни, а к трехлетнему возрасту переходит на активное питание рыбой, в результате чего меняются места его обитания.

В реках ЯНАО и ХМАО его рацион в летний период составляют преимущественно речной гольян, ёрш, плотва, елец, язь, окунь, хариус, в притоках р. Таз – также тугун, осенью и зимой питается преимущественно сиговыми рыбами во время их нерестово-зимовых миграций. Питание тайменя наиболее активно весной после размножения и осенью, когда отмечаются наиболее благоприятный температурный режим в сочетании с повышенными концентрациями рыб-жертв.

Лимитируют численность вида естественные факторы – малое количество нерестилищ и ям, пригодных для зимовки, а более всего – антропогенные факторы: интенсивный браконьерский лов и нарушение условий нагула, зимовки и нереста в результате лесосплава и проведения горно-рудных работ. Малая плодовитость тайменя препятствует интенсивному восстановлению численности его популяций.

В Тюменской области и её автономных округах численность тайменя неуклонно сокращается, точные данные о состоянии его запасов на этих территориях отсутствуют. В реках Собь, Лонготьеган, Хадытаяха в последние годы он практически не встречается. В реках Сыня, Войкар и перечисленных выше притоках р. Таз случаи поимки тайменей отмечаются ежегодно [87–90].

Промысел. Последние официальные сведения о вылове тайменя относятся к 2001 г., когда был разрешён его лицензионный лов в Красноселькупском районе ЯНАО (рисунок 4.119).

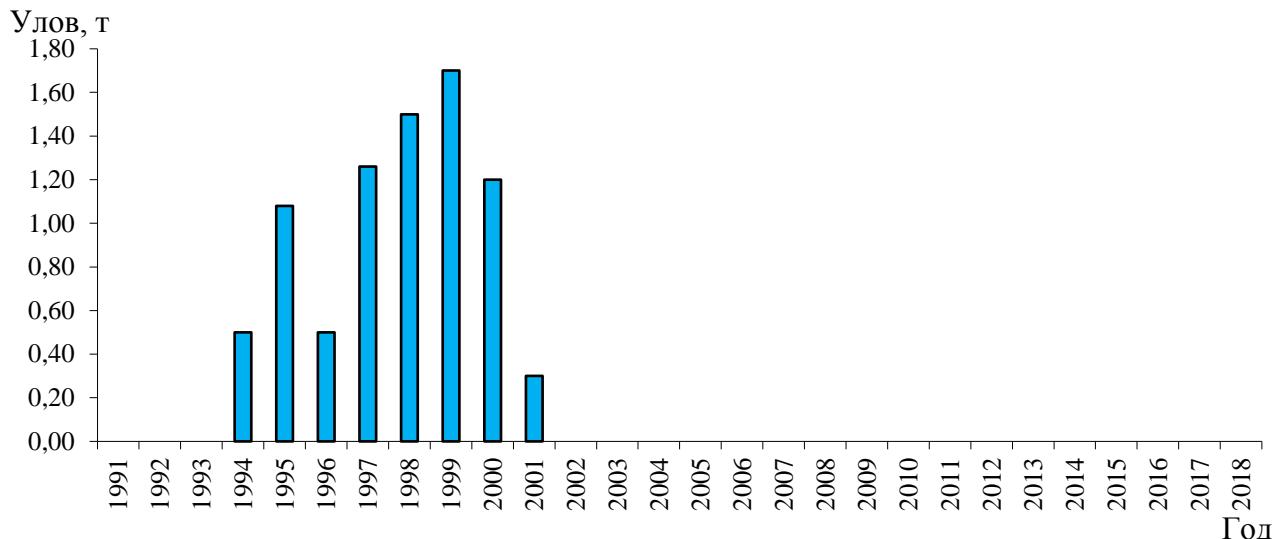


Рисунок 4.119 – Динамика уловов тайменя в водных объектах Тюменской области

В Красные Книги ЯНАО, Тюменской области и ХМАО внесены популяции тайменя из большинства водных объектов ареала его обитания. Разрешён его любительский промысел только в бассейне р. Таз.

Следует признать, что в связи с ликвидацией рыбоохраны на р. Таз среди населения перестала проводиться разъяснительная работа о необходимости охраны вида, и с существующими мерами охраны из правил рыболовства никто не считается. Это способствует увеличению нагрузки на его популяции разных рек, прежде всего из рек Каралька, Худосей.

В этой связи необходима срочная организация работ по искусственному воспроизводству тайменя на базе специально создаваемых туристическо-рыболовных предприятий и предполагаемого необходимого завода по воспроизводству сиговых рыб на р. Таз, а также усиление охранных мероприятий с ужесточением штрафных санкций за незаконный его вылов.

5 ПРОГНОЗ ОДУ В РАЗРЕЗЕ СУБЪЕКТОВ ФЕДЕРАЦИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

На основании проведённых исследований биологических параметров и численности популяций ихтиофауны, гидрологического режима и структуры промысла, а также с учётом Постановления Правительства Российской Федерации № 531 от 25 июня 2009 г., для подготовки Приказа ОДУ на 2021 г. выполнена разбивка ОДУ по Субъектам Федерации и по типам водных объектов (таблица 5.1, 5.2, 5.3).

Таблица 5.1 – ОДУ водных биологических ресурсов на 2021 г. в водных объектах ЯНАО

Видовой состав	ЯНАО									РВ	Итого		
	Тазовский бассейн			Обской бассейн			Прочие						
	озера	реки	всего	озера	реки	всего	озера	реки	всего				
Рыбы:	61,0	546,20	607,20	121,0	1330,50	1451,50	31,0	211,0	242,0	561,3	2862,00		
Сиговые:	61,0	546,20	607,20	121,0	1330,50	1451,5	31,0	211,0	242,0	561,3	2862,00		
нельма ¹	-	0,05	0,05	-	0,30	0,30	-	-	-	0,1	0,45		
муксун ²	-	0,05	0,05	-	0,3	0,3	-	-	-	0,2	0,55		
пелядь	50,0	285,0	335,0	60,0	902,0	962,0	10,0	70,0	80,0	167,0	1544,0		
чир ³	5,0	33,0	38,0	31,0	40,5	71,5	6,0	24,0	30,0	55,0	194,5		
сиг	6,0	228,0	234,0	30,0	356,0	386,0	15,0	50,0	65,0	265,0	886,0		
омуль арктический	-	-	-	-	30,0	30,0	-	67,0	67,0	74,0	171,0		
тугун	-	0,1	0,1	-	1,4	1,4	-	-	-	-	1,5		
Осетровые (стерлядь)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Примечания:

¹ ОДУ нельмы для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,35т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.

² ОДУ муксuna в реках для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,35 т из них 0,05 в реках Тазовского бассейна и 0,3 т. Обского бассейна, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,3 т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т.

³ ОДУ чира 139,5 т, из них в реках для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 10,0 т.

Таблица 5.2 – ОДУ водных биологических ресурсов на 2021 г. в водных объектах ХМАО

Видовой состав	ОДУ в ХМАО, т		
	озера	реки	всего
Рыба:	25,0	275,8	300,8
Сиговые:	25,0	275,0	300,0
нельма ¹	-	0,2	0,2
муксун ²	-	0,6	0,6
пелядь	25,0	240,0	265,0
чир ³	-	13,5	13,5
сиг	-	5,0	5,0
тугун	-	15,7	15,7
Осетровые (стерлядь ⁴)	-	0,8	0,8

Примечания:

¹ ОДУ нельмы для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т.

² ОДУ муксуна для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,5 т, для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.

³ ОДУ чира в реках 13,5 т, из них для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 10,0 т.

⁴ ОДУ стерляди в реках 0,8 т, из них для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т – обская стерлядь, 0,1 т – иртышская стерлядь, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,5 т – обская стерлядь

Таблица 5.3 – Объёмы ОДУ рыбы в водных объектах Тюменской области (юг) на 2021 г.

Видовой состав	ОДУ в Тюменской области (юг), т		
	озера	реки	всего
Рыба:	-	0,8	0,8
Осетровые (стерлядь ¹)	-	0,7	0,7
Нельма ²	-	0,1	0,1

Примечания:

¹ ОДУ стерляди для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т, для целей аквакультуры – 0,5 т.

² ОДУ нельмы только для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.

Распределение единой величины ОДУ по Субъектам Федерации общего запаса каждого вида водного биоресурса выполнено на основе сложившегося многолетнего соотношения вылова видов в этих регионах, биологических особенностей видов и структуры промысла, а также анализа освоения квот ОДУ.

Следует отметить, что в ЯНАО в эстуариях Карского моря (губах) виды, для которых определяется величина ОДУ, изымаются промыслом уже в другом юридическом статусе, а именно как виды, для которых определяется рекомендованный вылов или РВ. По этой причине в этом Субъекте Федерации величина ОДУ меньше, чем общая величина допустимого изъятия вида.

Вылов муксун в 2021 г. планируется осуществлять только в научно-исследовательских и контрольных целях, а также для целей аквакультуры (воспроизводства).

Вылов нельмы в 2021 г. планируется осуществлять только в научно-исследовательских и контрольных целях. Запасы обской нельмы в последние годы остаются на крайне низком уровне, необходимо срочное совершенствование недостаточно отработанной технологии длительного выдерживания отловленных производителей и получения рыбоводной икры в целях воспроизводства, однако планов на проведение подобных работ у предприятий на 2021 г. нет.

В итоге, величина ОДУ по ЯНАО на 2021 г. определена в размере 2862,0 т. По сравнению с 2019 г. она увеличилась на 24,6 т или 0,8 %.

По ХМАО суммарная величина ОДУ на 2021 г. составил всего 300,8 т, что на 23,7 т или 8,5 % больше, чем в 2019 г.

6 ОЦЕНКА ДОПУСТИМОГО ИЗЪЯТИЯ ПРИ ГИБЕЛИ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ ОТ ЗАМОРОВ И ДРУГИХ ФАКТОРОВ

Заморные явления широко распространены в водоёмах и водотоках Обь-Иртышского бассейна [31, 41]. В последние годы в бассейне участились случаи локальных зимних заморов с гибелю рыбы. Это, связано как с многоснежными зимами, когда в течение зимы места зимовок рыб – «живуны» (ручьи, мелкие речки, родники, омуты, перекаты) забиваются шугой и «передавливаются» снежными массами, так и наоборот, с малоснежными, но морозными зимами с промерзанием «живунов». На неблагоприятные зимовки ихтиофауны в Обской губе в районе п. Новый Порт оказывают влияние затяжные вёсны (например, в 2007 и 2017 гг.), с отрицательным температурным режимом, препятствующему оттепелям с освежением прибрежных вод, в результате чего заморные обские воды практически полностью занимают южную часть губы и отрезают пути миграции ихтиофауны с последующей её массовой гибелю.

Самый сильный замор последних лет произошел в Обской губе весной 2007 г. В зимний период 2013-2014 гг. развитие заморных явлений в районе Нового Порта происходило постепенно, без резких изменений, гибели рыбы не наблюдалось.

В 2010 г. замор привел к гибели рыбы в среднем и нижнем течении р. Сыня, на притоках р. Таз с зимующей ихтиофауной, в том числе сиговыми рыбами. В подлёдный период 2011-2012 гг. заморные явления после аномально маловодного лета и в малоснежной зимы наблюдались не столько в озёрах, сколько на реках юга Тюменской области (Пышма, Тобол, Бешкилька, малая Бешкилька, в старицах Туры и др.).

В зиму 2016-2017 гг. вновь отмечался замор на р. Сыне, но особенно сильно он развился весной 2017 г. в Обской губе, в районе п. Новый порт, что сопровождалось значительной гибелю рыбы, в том числе сиговых видов, о чём уже указывалось в разделе 2 отчёта.

В сложившихся условиях администрирования быстро получить разрешение на вылов рыбы при угрозе её гибели от природных или антропогенных факторов крайне сложно, что и проявилось в 2017 г. при попытке организовать дополнительный промысел погибающей ихтиофауны в р. Сыне и в Обской губе. Такую возможность можно предусмотреть, если заранее определить объёмы возможного вылова при подобных форс-мажорных обстоятельствах. С этой целью были выполнены расчёты, исходя из следующих подходов:

- по объёму фактической гибели (от замора, от других причин), если такие сведения по данному водоёму есть;
- по рыбопродуктивности водоёма (озеро, старица) или водотока (река, протока) при отсутствии сведений о гибели рыбы.

Информация о количестве рыбных ресурсов, погибших в результате аномального замора, имеется по Обской губе [91]. По другим водным объектам области точных

количественных данных о гибели рыбы и беспозвоночных нет, поэтому для оценки вылова при форс-мажорных обстоятельствах учитывается рыбопродуктивность, видовой состав биоресурсов и данные о площади водных объектов (таблица 6.2).

Объемы возможного вылова при форс-мажорных обстоятельствах рассчитаны на основе литературных сведений и экспертных оценок с учётом соотношения массы разных ВБР в уловах, установленной по имеющимся сведениям. Распределение по видам приведено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Возможный вылов (т) при форс-мажорных обстоятельствах

Виды рыб	Обская губа	Реки				Озёра		Всего
		Сыня	ЯНАО	ХМАО	юг области	окунево-плотвичные	карасевые	
Всего:	9600	30	500	1000	25	240	2125	13520
Рыба:	9600	30	500	1000	25	240	2125	13520
Елец	-	-	-	194	1	-	-	195
Ерш	650	-	-	28	-	24	-	702
Карась	-	-	-	-	-	2	2100	2102
Лещ	-	-	-	28	4	2	-	34
Муксун	200	-	-	-	-	-	-	200
Налим	900	1	20	28	-	-	-	949
Нельма	10	-	-	-	-	-	-	10
Окунь	-	-	-	83	7	78	-	168
Пелядь	2850	10	200	-	-	-	-	3060
Плотва		10	100	278	7	132	-	527
Ряпушка	790	-	-	-	-	-	-	790
Ротан	-	-	-	-	-	-	25	25
Сиг	700	1	20	-	-	-	-	721
Чир	3500	1	20	-	-	-	-	3521
Щука		2	40	83	1	2	-	128
Язь		5	100	278	5	-	-	388

В реках ЯНАО при средней ихтиомассе 5 т/км для ценных в промысловом отношении водотоков (р. Сыня, р. Собь и им подобные), и ориентировочной протяженности заморных участков на этих реках в пределах 100 км, допустимый улов видов ОДУ и РВ может составить порядка 500 т.

По рекам ХМАО, в основном таким притокам р. Обь, как Вах, Большой Юган, Салым, где зимуют на «живунах» частиковые виды рыб, рыбопродуктивность также принята равной 5 т/км, а соотношение видов выведено из материалов исследований и промысла рыбы в зимний период в ХМАО. Вероятность замора на реках в этом регионе очень высокая. Однако в качестве форс-мажорных обстоятельств следует учитывать только аномальные заморные явления на местах стабильной ежегодной зимовки рыб или, возможно, какое-либо загрязнение (нефтяное, органическое и т.п.). Примем эту величину равной 0,1 % от общей протяженности

рыбопромысловых рек равной 200 км. Потенциальный вылов видов ОДУ и РВ при заморе или других неблагоприятных воздействиях в таком случае составит порядка 1000 т.

По рекам юга Тюменской области из-за их меньшей протяженности и значительно более низкой вероятности форс-мажорных обстоятельств возможная гибель рыбы оценивается на участке в пределах 50 км при ихтиомассе равной 0,5 т/км. Следовательно, по югу области следует предусмотреть для форс-мажорных обстоятельств вылов рыбы в реках в размере 25 т.

В окунёво-плотвичных и старицких озерах юга Тюменской области ихтиомасса составляет порядка 120 кг/га. Соотношение рыб в таких озерах по массе принимаем близким к таковому в оз. Янтык: плотва – 55 %, окунь – 32 %, ерш – 10 %, щука – 1 %, лещ – 1 %, карась – 1% [92]. Площадь незаморных и периодически заморных озер в Тюменской области составляет очень низкую величину от общей площади озёр – около 1 % от общего фонда (порядка 20 тыс. га). Вероятность форс-мажора от общего их числа и площади примем равной 10 %. Следовательно, общая величина допустимого вылова составляет порядка 240 т.

В карасёвых озёрах форс-мажорные обстоятельства случаются на порядок реже, чем в окунёво-плотвичных, так как обитающая в них ихтиофауна адаптировалась к заморным явлениям. При общей площади рыбопромысловых озёр по области порядка 2500 тыс. га и учёте 1 % от их общей площади, подверженной угрозе аномальных заморов, а также при средней ихтиомассе рыб в карасёвых озерах порядка 85 кг/га величина возможного вылова карасей при форс-мажорных обстоятельствах оценивается на 2019 г. в размере 2125 т (см. таблицу 6.2).

Таблица 6.2 – Информация Нижнеобского территориального Управления Росрыболовства по объему общего водного фонда

Субъект Российской Федерации	Озера, водохранилища, пруды (тыс. га)	Реки (тыс. км)	Моря в пределах 12-ти мильной зоны (тыс. га)	Цель использования	Количество действующих договоров	Озера, водохранилища, пруды		Реки		Моря	
						площадь РПУ (тыс. га)	доля РПУ, %	протяженность РПУ (тыс. км)	Доля РПУ, %	площадь РПУ (тыс. га)	доля РПУ, %
Тюменская область	936,715	78,699	-	Промышленное	5	1,404	0,150	-	-	-	-
				Любительское и спортивное	9	1,438	0,154	-	-	-	-
				Товарное рыбоводство	195	74,647	7,969	-	-	-	-
				Общее	209	77,489	8,273	-	-	-	-
ХМАО	1725,500	164,032	-	Промышленное	1219	190,923	11,065	18,516	11,288	-	-
				Любительское и спортивное	38	9,843	0,570	0,533	0,325	-	-
				Товарное рыбоводство	29	25,746	1,492	0,011	0,007	-	-
				Общее	1286	226,512	13,127	19,060	11,620	-	-
ЯНАО	1908,500	304,888	6503,5	Промышленное	463	166,318	8,715	9,842	3,228	-	-
				Любительское и спортивное	0	0,000	0,000	-	-	-	-
				Прибрежное	26	-	-	-	-	186,200	2,863
				Товарное рыбоводство	2	0,173	8,65	-	-	-	-
				Общее	491	166,491	17,365	9,842	3,228	186,200	2,863
Тюменская область, включая ХМАО и ЯНАО	4570,715	547,619	6503,500	Промышленное	1687	358,645	19,93	28,358	14,516	-	-
				Любительское и спортивное	48	11,356	0,732	0,533	0,325	-	-
				Товарное рыбоводство	226	100,566	18,111	0,011	0,007	-	-
				Прибрежное	26	-	-	-	-	186,200	2,863
				Общее	1986	470,492	38,765	28,902	14,848	186,200	2,863

7 ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ПРОГРАММЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Согласно существующему «Положению об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (Приказ Госкомэкологии России от 16.05.2000 г. № 372) одной из обязательных составляющих частей ОВОС должны быть предложения к программе экологического мониторинга за воздействием на окружающую природную среду объектов анализируемого планируемого воздействия, в данном случае - промысла водных биоресурсов в водных объектах Тюменской области, включая автономные округа. Актуальность проведения мониторинга обусловлена высокой рыбохозяйственной значимостью водных объектов области.

7.1 Задачи мониторинга

Оценка изменений экологического состояния водных объектов в процессе эксплуатации запасов водных биоресурсов.

Своевременное установление причин отрицательного воздействия планируемой хозяйственной деятельности по вылову ВБР на окружающую природную среду.

Определение степени воздействия на гидробионтов и ихтиофауну водных объектов, оценка возможных последствий для водной фауны и рыбных запасов.

Обязательные условия мониторинговых работ:

соблюдение утвержденной органами рыбоохраны и охраны окружающей природной среды программы работ.

проведение фоновых исследований по всем отслеживаемым показателям до начала работ и в период реализации планируемых работ по планируемому рассматриваемому воздействию.

Осуществление мониторинга только специализированными лабораториями, имеющими соответствующие аккредитации и лицензии на право проведения таких работ.

Результаты мониторинговых работ ежегодно предоставляются на утверждение и принятие соответствующих решений в органы рыбоохраны и охраны окружающей природной среды Тюменской области, включая автономные округа.

Контроль за выполнением природоохранных мероприятий и восстановлением природной среды осуществляется контролирующими органами.

7.2 Пункты экологического мониторинга

На всех крупных водных объектах, попадающих в зону интенсивного воздействия прогнозируемого промысла водных биоресурсов, по которым устанавливается ОДУ,

организуются пункты (станции) экологического мониторинга – по 1 станции на каждом крупном или значимом для промысла ВБР водном объекте.

Названия водных объектов, где планируются пункты мониторинга:

Обская губа;

р. Обь (Нижняя) в районе пос. Ямбура;

р. Обь (Нижняя, протока Ендырская, Нижневартовский район);

р. Горная Обь (рукав Нижней Оби);

р. Таз;

р. Мессо-Яха;

р. Щучья;

р. Иртыш;

7.3 Виды проводимых исследований и отслеживаемые показатели

Изучение химического состава воды.

Изучение качественных и количественных показателей гидробионтов:

определение видового состава, численности и биомассы зоопланктона;

определение видового состава, численности и биомассы зообентоса.

Изучение ихтиофауны:

определение видового состава ихтиоценоза, размерно-возрастной структуры популяций и темпа роста рыб;

определение численности основных промысловых видов рыб.

Все получаемые данные сопоставляются с фоновыми значениями.

7.4 Сроки выполнения работ и периодичность отбора проб

Мониторинг проводится ежегодно.

Гидрохимические исследования осуществляются на каждом пункте раз в год.

Гидробиологические исследования – один раз за период открытой воды.

Ихтиологические исследования – не менее одного раз в год на каждом пункте исследований.

7.5 Методическая часть

Все пробы должны отбираться и обрабатываться согласно общепринятым методикам и руководствам. Обработка осуществляется только на аттестованном для рассматриваемых видов исследований оборудовании.

7.6 Результаты исследований

Все полученные данные заносятся в таблицы, а по многолетним результатам строятся графические зависимости. Выполняется анализ изменения наблюдаемых показателей и делаются выводы об экологическом состоянии водных объектов, происходящих тенденциях. В случае существенного отклонения от фона устанавливаются причины, их вызвавшие, и даются рекомендации по улучшению экологической ситуации. Все это выполняется в виде краткого отчета о результатах мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа многолетних данных и сведений, полученных в 2019 г., можно утверждать, что запасы наиболее ценных видов рыб водных объектов Тюменской области, включая автономные округа, таких как осётр, муксун, нельма находятся в критическом состоянии. Запасы иртышского и обского стад стерляди вплотную приблились к черте перелова и требуют временного прекращения промысла. Запасы обского и тазовского полупроходных стад чира находятся на крайне низком уровне и нуждаются в значительном снижении промысловой нагрузки. Для восстановления численности перечисленных видов до уровня высокой промысловой продуктивности, помимо сокращения промысловой нагрузки и борьбы с ННН-промыслом, требуется масштабное проведение искусственного воспроизводства.

Запасы других видов – пеляди, сига-пыхьяна, тугуна и омуля арктического продолжают сохранять сравнительно высокую продуктивность, но нуждаются в сдерживании чрезмерной промысловой нагрузки в целях восстановления данных ценных ресурсов.

Официально учтённый вылов в 2019 г. по восьми видам рыб, по которым в 2021 г. определялся ОДУ, в реках и озёрах составил 1604,98 т, в эстуариях – 670,78 т, а общий вылов этих видов по сравнению с 2018 г. увеличился до 2275,76 (на 98,38 т или 4,32 %).

Минимальное освоение квот вылова отмечено по омулю арктическому из-за труднодоступности мест обитания вида, а также запрета промысла в бассейне Гыданской губы на ранее интенсивно облавливаемых рыбопромысловых участках.

По наиболее ценным объектам промысла, таким как осётр, стерлянь, муксун, нельма, чир, как уже отмечено, необходимо снизить интенсивность промысла, существенно увеличить объёмы искусственного воспроизводства, внести соответствующие изменения в правила рыболовства и вести эффективную борьбу с браконьерством.

В 2021 г. предлагается продлить запрет на промысел муксунна, нельмы и иртышской стерляди. Вылов данных видов рыб разрешить только для научно-исследовательских и контрольных целей и для целей искусственного воспроизводства. При этом величины ОДУ по муксуну и стерляди не способны полностью обеспечить работы по искусственному воспроизводству в связи с низкой численностью нерестовых стад при существующей приёмной ёмкости Обь-Иртышского бассейна. Необходимо скорейшее создание маточных стад на имеющихся рыбоводных заводах и создание новых воспроизводственных предприятий.

В целом по Тюменской области, включая ХМАО и ЯНАО, на 2021 г. ОДУ рыбы определён в размере 3163,8 т, из них в реках – 2394,5 т, в озёрах – 238,0 т. Величина ОДУ на 2021 г. по сравнению с 2020 г. увеличилась на 63,35 т или 2,0 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
2. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. – Л.: ГосНИОРХ, 1986. – 65 с.
3. Баранов Ф. И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отд. рыболовства и прикл. ихтиологии ГИОА. – 1918. Т. 1. – 21 с.
4. Державин А. Н. Каспийско-Куринские запасы севрюги // Очерки по биологическим основам рыбного хозяйства. – М: АН СССР. – 1961. – С. 95–113.
5. Дементьева Т. Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. – М: Пищевая пром-сть. – 1976. – 239 с.
6. Рикер У. Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяции рыб. – М.: Пищ. пром-сть. – 1979. – 408 с.
7. Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб. – М.: Пищевая промышленность. – 1969. – 268 с.
8. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 192 с.
9. Методические рекомендации по применению математических методов для оценки запасов и возможного вылова промысловых объектов. – Калининград: АтлантНИРО, 1980. – 104 с.
10. Методические рекомендации по применению современных методов оценки общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО, 1985. – 57 с.
11. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоёмах. (Часть 1.Основные алгоритмы и примеры расчетов). – М.:ВНИРО, НПО по рыбоводству, 1990. – 56 с.
12. Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоёмах. (Часть 2.Программы и примеры расчетов на ПЭВМ). – М.:ВНИРО, НПО по рыбоводству, 1991. – 63 с.
13. Малкин Е.М. Эмпирический анализ основных теоретических методов оценки смертности рыб// Вопр. ихтиологии, Т. 23, №3. – 1983. – С. 381–395.
14. Матковский А.К. Закономерности изменения вылова щуки и прогнозирование её уловов в Тюменской области// Сб. науч. тр. ГосНИОРХа, Вып.284. – 1988. – С. 17–25.
15. Матковский А.К. К построению стохастических моделей в экологических исследованиях // Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования: Тез.докл. XVII школы-семинара. - Ростов-на-Дону – Новороссийск, 1990. – С. 82–83.

16. Матковский А.К. Определение смертности и численности рыб с использованием стандартизированного улова, данных по селективности и интенсивности промысла // Вестник рыбохозяйственной науки. Т.1. № 4(4). – 2014. – С. 35–68.
17. Матковский А.К. Совершенствование метода восстановленного запаса рыб // Мат-лы XI Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвящённой 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича. – Мурманск: ПИНРО, 2012. – С. 128–138.
18. Матковский А. К. Основные закономерности динамики численности муксуга *Coregonus muksun* реки Обь // Вопросы рыболовства. Т. 7, № 3 (27). – 2006. – С. 505–522.
19. Матковский А.К. Изучение динамики численности нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) Обь-Иртышского бассейна// Вопросы рыболовства. Т.7, №4(28) – 2006. – С. 568–583.
20. Матковский А.К. Изучение особенностей формирования запасов и динамики численности обского чира (*Coregonus nasus* Pallas)// Вопр. Рыболовства. Т.10, №2 (38). – 2009, С. – 326–341.
21. Матковский А.К., Крохалевский В.Р. Изучение закономерности изменений численности пеляди (*Coregonus peled*) бассейна реки Оби/ Вопр. рыболовства. № 2(42). – 2010. – С. 280–299.
22. Матковский А.К. Апробация метода восстановленного запаса рыб по тесту ИКЕС и совершенствование метода для определения численности пополнения // Вопр. рыболовства, 2006 - Т.7, №2(26). - С.332-342.
23. Матковский А.К. Сравнительный анализ методов ВПА и восстановленного запаса рыб (ВЗР)// Вопр. рыболовства. 2006а. - Т.7, №1(25). - С.150-160 с.
24. 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.: Изд-во ВНИРО. 2018. 312 с.
25. Fry F.E.J. Statistics of a lake trout fishery// Biometrics 5. – Р. 26–67.
26. Воеводин И.Н. К вопросу об определении запасов судака Северного Каспия// Тр. Первой Всекаспийской научн. рыбохоз. конф. (7-24 января 1935 г.). Т.2. – М., 1938. С. 3–12.
27. Матковский А.К. Применение показателей используемого и неиспользуемого запаса в методе восстановленного запаса рыб // Труды научн. конф. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов (25 – 26 сентября 2013 г. г. Калининград). – Калининград, 2013. – С.81–84.

28. Caddy J. 1998. A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situation // FAO Fisheries Technical Paper. – N 379, Rome^ FAO. – 30 p. / цит. по: Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 192 с.
29. Методические указания «Определение общих допустимых уловов (ОДУ) амфиподы *Gammarus lacustris*». – Тюмень: Госрыбцентр, 2004. – 17 с.
30. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброно-гого рачка *Artemia*. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. - 25 с.
31. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 596 с.
32. Методические указания по изучению любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов // ГосНИОРХ – Ленинград, 1979. 17 с.
33. Филатов А. Ю. К вопросу о методических подходах к сбору материала для определения уловов рыбаков-любителей в Тюменской области // Материалы международной научно-практической конференции посвященной 10-летию образования института биотехнологии и ветеринарной медицины: «Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса» С.154–157, Тюмень, 2017.
34. Синельников М. А. Некоторые правовые аспекты любительского рыболовства // Научные основы организации рационального любительского рыболовства. ВНИРО - М: Пищевая промышленность, 1974. - С.13-16.
35. Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна, Приложение к приказу Минсельхоза России от 22 октября 2014 г. N 402 (в ред. Приказа Минсельхоза России от 18.02.2016 N 62).
36. Матковский, А. К. Апробация метода восстановленного запаса рыб по тесту ИКЕС и совершенствование метода для определения численности пополнения // Вопр. Рыболовства. 2006. Т. 7. № 2 (26). С. 332–342.
37. Матковский, А. К. Сравнительный анализ методов ВПА и восстановленного запаса рыб (ВЗР) // Вопр. рыболовства. 2006. Т. 7. № 1 (25). С. 150–160.
38. Матковский, А. К. Совершенствование метода восстановленного запаса рыб // Мат-лы XI Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, посвящённой 150-летию со дня рождения Н. М. Книповича. Мурманск: ПИНРО, 2012. С. 128–138.
39. Матковский, А. К. Определение смертности и численности рыб с использованием стандартизированного улова, данных по селективности и интенсивности промысла // Вестник рыбохозяйственной науки. Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2014. Т.1. № 4 (4). С. 35–68.

40. Баранов, Ф. И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отд. рыбоводства и прикл. ихтиологии ГИОА. 1918. Т. 1. 21 с.
41. Иванчинов В. Замор на р. Оби и его значение для рыбного хозяйства Обь-Иртышского бассейна. – Тобольск: Изд. Обь-Газовской научной рыбохозяйственной станции Всесоюзного ин-та морского рыбного хозяйства и океанографии, 1934. –34 с.
42. Дрягин Л. А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна // Известия всесоюзного НИИ озёрного и речного рыбного хозяйства. Т. 25. Вып. 2. – Л. 1948. – С.64-65, 90-92.
43. Либерман Е. Л., Чемагин А. А. Некоторые размерно-весовые характеристики массовых видов рыбного населения Нижнего Иртыша // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. № 2. – 2017. – С. 64–69.
44. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – 379 с: ил.
45. Никонов Г.И. «Живое серебро» Обь-Иртышья. – Тюмень, 1998. – 176 с.
46. Методические указания по изучению любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоёмов // ГосНИОРХ – Ленинград, 1979. – 17 с.
47. К вопросу о методических подходах к сбору материала для определения уловов рыбаков-любителей в Тюменской области // Материалы международной научно-практической конференции посвященной 10-летию образования института биотехнологии и ветеринарной медицины: «Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса» С.154–157, Тюмень, 2017.
48. Приказ министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 402 от 22 октября 2014 года об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна (с изменениями на 28 июня 2017 г.).
49. Синельников М. А. Некоторые правовые аспекты любительского рыболовства // Научные основы организации рационального любительского рыболовства. ВНИРО – М: Пищевая промышленность, 1974. – С.13–16.
50. Вотинов Н.П. , Петкевич А.Н. , Сецко Р. И. Опыт искусственного разведения осетровых рыб в Обь-Иртышском бассейне. – Новосибирск. 1957.
51. Лобовиков Л. Н. Биология стерляди бассейна р. Иртыш. Уч. зап. Перм. гос. ун-та, т. 3, вып. 2. – 1938.
52. Борисов В.М. Об «устойчивом» рыболовстве и «управлении» морскими рыбопромысловыми запасами (на примере трески Баренцева моря) // Рыбное хозяйство. – 2014. № 4. – С. 68–72.

53. Москаленко Б. К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. Нов. серия. Т. 1. – Тюмень: Тюм. кн. изд-во, 1958. – 252 с.
54. Замятин В. А. Влияние гидрологического режима на рыбные запасы р. Оби // Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна / Тр. Обь-Тазовского отд. СибрыбНИИпроект. Нов. серия. Т. 4. – Свердловск: Сред.-Уральск. кн. изд-во, 1977. – С. 76–83.
55. Исаков П. В., Селюков А. Г. Сиговые рыбы в экосистеме Обской губы. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. – 184 с.
56. Полымский В. Н. Естественная и промысловая смертность полупроходных сиговых рыб Обского бассейна в период анадромной миграции // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Вып. 243. – Л.: 1986. – С. 30–33.
57. Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н. Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб. – М.: ВНИРО, 1984. – 156 с.
58. Князев И.В. О различных подходах к нахождению параметров уравнения сигмоидального роста на примере обской пеляди *Coregonus peled* // Вопр. Ихтиологии: Т. 31. Вып. 2. – 1991, С 216-221.
59. Матковский А.К. Применение индексов численности в качестве дополнительной информации в методе восстановленного запаса рыб // Труды научн. конф. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов (25-26 сентября 2013 г. г. Калининград). – Калининград, 2013. – С.85–88.
60. Оценка состояния запасов рыб в оз. Пяку-то и обоснование режима рыболовства в 1998-1999 гг. (заключительный) // Отчёт СибрыбНИИпроект, рук. Матковский А.К. – Тюмень, 1998. – 38 с.
61. Оценка рыбных запасов в пределах Ямalo-Ненецкого автономного округа (Красноселькупский район) // Отчёт о НИР (заключительный) Госрыбцентр. – Ответств. исполнитель Кочетков П.А.– Тюмень, 2011. – 121 с.
62. Кубышкин В.И., Юхнева В.С. Фауна Яротто-2 полуострова Ямал // Биологические основы рыбохозяйственного использования озёрных систем Сибири Урала. – Тюмень, 1971. – С.155–169.
63. Москаленко Б. К. Материалы по биологии сиговых рыб Обской губы и Гыданского залива. Известия ВНИОРХа. Т. 44, 1958.
64. Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. – М.: Изд-во «Пищ. пром-сть», 1971. –184 с.
65. Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспорта газа. – Екатеринбург: Издательство УРЦ «Аэрокосмоэкология», 1997. – 192 с.

66. Оценка водоёмов Ямальского района с целью определения возможных уловов и организации рационального промысла (заключительный) // Отчёт о НИР Госрыбцентра, рук. Матковский А.К. – Тюмень, 2008. – 71 с.
67. Оценка рыбных запасов в пределах Ямalo-Ненецкого автономного округа // Отчёт о НИР (заключительный) Госрыбцентр. – Рук. П.А. Кочетков. – Тюмень, 2011. – 118 с.
68. Озёра бассейнов рек Пур и Таз и перспективы их рыбохозяйственного использования // Отчёт Обь-Тазовского отделения СибрыбНИИпроекта, рук. Полымский В.Н. – Ханты-Мансийск, 1965. – 128 с.
69. Vasilyev D. Key aspects of robust fish stock assessment. – M: VNIRO Publ., 2005.–105 p.
70. Васильев Д.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006611764. Реестр программ для ЭВМ. – 2006.
71. Разработка и внедрение мероприятий по формированию маточных стад пеляди в озере Сырковое (Эльпин-Тур) (в рамках работ по воспроизводству ценных видов рыб в 2011 г.) // Отчёт о НИР (заключительный) – Рук. Н.С.Ниязов. – Тюмень, 2012. – 81 с.
72. Поляков Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. – М.: Наука, 1975. – 159 с.
73. Шибаев С.В. Промысловая ихтиология. – Калининград: ООО «Аксиос», 2014. – 535 с.
74. Крохалевский В.Р., Андриенко Е.К., Матковский А.К., Огурцова Н.Н., Степанов С.И., Янкова Н.В. Состояние запасов сиговых рыб в Обском бассейне // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб: Мат. шестого Всеросс. науч.-пр-изв. совещания. – Тюмень: СибрыбНИИпроект – 2001. – С. 95–98.
75. Оценка изучение рыбных запасов водных объектов рыбопромыслового участка Хальмер-Вонга // Отчёт о НИР (заключительный) Госрыбцентр. – Рук. А.К. Матковский. – Тюмень, 2012. – 64 с.
76. Кожевников Г. П. Биология и промысел омуля в северных реках Сибири. Изд-во Главсибрыбпрома. Новосибирск, 1948. – 40 с.
77. Бурмакин Е.В., Галкин Г.Г. Рыбный промысел в северной части Обской губы. Тр. Ин-та Полярного земледелия. Серия пром. хоз-ва, в. 10, 1940.
78. Пробатов А. Н. О миграциях и размножении омуля в бассейне Карского моря. Учёные записки Томского университета. Т. 15. – Томск, 1950.
79. Шапошникова Г. Х. Питание омуля из Обской губы // Тр. НИИ Полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Л.: Главсевморпуть, 1940. Вып. 10. – С. 71–85.
80. Пирожников П. Л. О питании сиговых рыб в приустьевых районах // Зоол. журн. 1950. - Т. 29. – Вып. 2. – С. 140–146.

81. Пирожников П. Л.. Питание и пищевые отношения рыб в эстуарных районах моря Лаптевых // Вопросы ихтиологии. -1955. - Вып. 3 - С. 140–185.
82. Степанова В. Б., Коршунов С. А. О питании омуля в Гыданской губе // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. №8. – Тюмень: Изд-во: Инст. Проблем освоения Севера СО РАН. 2007. – С. 131–134.
83. Разработать биотехнологию использования тугуна в рыбоводстве Западной Сибири // Промежуточный отчёт СибрыбНИИпроекта за 2001 г. Рук. Семенченко С.М. – Тюмень, 2002. – 63 с.
84. Оценка состояния запасов тугуна р. Толька, определение допустимого промыслового его изъятия и рекомендации по регламенту рыболовства // Отчёт о НИР (заключительный) Госрыбцентр. – Рук. П.А. Кочетков. – Тюмень, 2012. – 35 с.
85. Оценка состояния запасов тугуна р. Толька, определение допустимого промыслового его изъятия и рекомендации по регламенту рыболовства // Отчёт о НИР (заключительный) Госрыбцентр. – Рук. П.А. Кочетков. – Тюмень, 2013. – 23 с.
86. Проведение исследований по оценке приёмной ёмкости молоди водных биоресурсов водных объектов рыбохозяйственного значения для целей искусственного воспроизводства и пастбищной аквакультуры в зоне ответственности Госрыбцентр. Определение приёмной ёмкости Западно-Сибирского (Обь-Иртышский рыбохозяйственный район), Восточно-Сибирского и Байкальского рыбохозяйственных бассейнов на 2016 год. // Отчёт о НИР Госрыбцентр. Книга I. Часть 1 (Обь-Иртышский рыбохозяйственный район). IV этап – Рук. А.К. Матковский. – Тюмень, 2015. – 533 с.
87. Кижеватов Я.А. К вопросу о воспроизводстве рыбных ресурсов в бассейне р. Таз. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. № 2 – Астрахань.: АГТУ, 2011. – С. 18–26.
88. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: Животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 1997. – 240 с.: ил.
89. Богданов В.Д., Гаврилов А.Л., Мельниченко И.П. Ихтиофауна водоёмов северного склона Полярного Урала // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа; вып. 3, ч. 2: Биологические ресурсы Полярного Урала. – Салехард, 2003. – С. 3–10.
90. Богданов В.Д. Структура ихтиофауны Полярного Урала / В.Д. Богданов, И.П. Мельниченко // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов Европейского Севера: Тез.докл., Сыктывкар, 11-15 февр., 2003 г. – Сыктывкар, 2003. – С. 14–15.
91. Матковский А.К., Степанов С.И., Вылежинский А.В. О гибели рыбы в Обской губе от зимнего замора // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы международной конференции/ под ред. И. В. Морузи, Е. В. Пищенко. – Новосибирск: «Агрос», 2008. – С. 161–165.

92. Ниязов Н.С., Янкова Н.В. Размерный и возрастной состав рыб периодически заморного озера // Ландшафты Западной Сибири: проблемы исследований, экология и рациональное использование. Мат. VII Междунар. межвуз. конф., посвященной Международному Дню Земли / Сост.: С.В. Попов. – Бийск: НИЦ БПГУ, 2001. – С.99–100.
93. Проведение исследований по оценке приёмной ёмкости молоди водных биоресурсов водных объектов рыбохозяйственного значения для целей искусственного воспроизводства и пастбищной аквакультуры в зоне ответственности Госрыбцентр. Определение приёмной ёмкости Западно-Сибирского (Обь-Иртышский рыбохозяйственный район), Восточно-Сибирского и Байкальского рыбохозяйственных бассейнов на 2016 год. // Отчёт о НИР Госрыбцентр. Книга I. Часть 1 (Обь-Иртышский рыбохозяйственный район). IV этап – Рук. А.К. Матковский. – Тюмень, 2015. – 533 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А. 1 – Вылов водных биоресурсов в 2019 г. в водных объектах Тюменской области, включая автономные округа

Видовой состав	Водный объект			Всего
	Карское море (губы)	реки	озера	
Всего:	1185,458	21473,04304	2052,8176	24711,3186
Рыбы:	1185,458	21473,04304	1946,2086	24604,7096
Лососевые	0	10,92	0,698	11,618
гольцы	0	4,0100	0,6980	4,7080
хариус	0	6,9100	0	6,9100
Сиговые	941,265	3240,2296	100,621	4282,1156
нельма	0	0,5188	0	0,5188
муксун	0	1,5500	0	1,5500
омуль арктический	2,55	34,0040	0	36,5540
пелядь	287,091	884,1968	76,6390	1247,9268
сиг-пыхъян	240,481	491,4323	10,2080	742,1213
тугун	0	13,9810	0	13,9810
чир	140,654	78,0037	13,7740	232,4317
ряпушка	270,489	1736,5430	0	2007,0320
Осетровые	0	0,66864	0	0,6686
стерлядь	0	0,6686	0	0,6686
Карась	0	496,9432	758,4160	1255,3592
Корюшка азиатская зубастая	11,435	43,4990	0	54,9340
Лещ	0,332	662,2306	10,4610	673,0236
Линь	0	1	0	1,0000
Налим	131,062	1399,9970	14,2510	1545,3100
Окунь пресноводный	0,038	953,9010	105,4220	1059,3610
Пескарь	0	0	0,0300	0,0300
Плотва	0,188	2868,9320	295,5860	3164,7060
Судак (жилая форма)	0	17,7560	0	17,7560
Щука	14,876	5783,6509	257,4736	6056,0005
Язь	4,909	5429,0828	310,6710	5744,6628
Прочие:	81,353	564,2323	92,579	738,1643
елец	0	280,1618	0,0000	280,1618
ёрш пресноводный	47,231	257,3455	62,4010	366,9775
ротан	0	4,0000	30,1780	34,1780
бычки	0,002	0	0	0,0020
камбала полярная	0	0	0	0,0000
навага	34,12	22,7250	0	56,8450
Ракообразные:	0	0	106,609	106,609
цисты артемии	0	0	0	0
гаммарус	0	0	99,4700	99,47
раки	0	0	1,1390	1,139
Хирономиды	0	0	6,0000	6
ОДУ	670,7760	1504,3552	100,6210	2275,7522
РВ	514,6820	19968,6878	1952,1966	22435,5664

Примечания

1 Уловы в таблице приведены по данным Нижнеобского Территориального управления, с дополнительным учётом 100 % квоты КМНС.

2 Курсивом выделено название видов, для которых определяется ОДУ и объем вылова ОДУ.

3 По данным Нижнеобърыбвода, в 2019 г. для целей воспроизводства было выловлено 0,955 т осетра сибирского, но этот объем в вышеприведенной таблице не учтен.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б. 1 – Прогноз допустимого изъятия для видов водных биоресурсов, по которым определяется ОДУ, в водных объектах Тюменской области, включая Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, на 2021 г.

Видовой состав	ОДУ									РВ Губы	Итого		
	Тазовский бассейн			Обской бассейн			Прочие для ЯНАО						
	озера	реки	всего	озера	реки	всего	озера	реки	всего				
Рыбы:	61,0	546,20	607,20	146,0	1607,3	1753,3	31,0	211,0	242,0	561,3	3163,8		
Сиговые:	61,0	546,20	607,20	146,0	1605,8	1751,8	31,0	211,0	242,0	561,3	3162,3		
нельма ¹	-	0,05	0,05	-	0,5	0,5	-	-	-	0,1	0,65		
муксун ²	-	0,05	0,05	-	1,2	1,2	-	-	-	0,2	1,45		
пелядь	50,0	285,0	335,0	85,0	1142,0	1227,0	10,0	70,0	80,0	167,0	1809,0		
чир ³	5,0	33,0	38,0	31,0	54,0	85,0	6,0	24,0	30,0	55,0	208,0		
сиг	6,0	228,0	234,0	30,0	361,0	391,0	15,0	50,0	65,0	265,0	955,0		
омуль арктический	-	-	-	-	30,0	30,0	-	67,0	67,0	74,0	171,0		
тугун	-	0,1	0,1	-	17,1	17,1	-	-	-	-	17,2		
Осетровые (стерлядь ⁵)	-	-	-	-	1,5	1,5	-	-	-	-	1,5		
Примечания:													
¹ ОДУ нельмы для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,65 т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.													
² ОДУ муксuna в реках для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,55 т, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,9 т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,3 т.													
³ ОДУ чира 153,0 т, в том числе 20 т для аквакультуры в целях сохранения ВБР.													
⁴ ОДУ тайменя 0,2 т для аквакультуры в целях сохранения ВБР.													
⁵ ОДУ стерляди в реках 1,5 т: для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,5 т, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 1,0 т.													

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В. 1 – Прогноз допустимого изъятия для видов рыб, по которым определяется ОДУ, в водных объектах ЯНАО на 2021 г.

Видовой состав	ЯНАО									РВ Губы	Итого		
	Тазовский бассейн			Обской бассейн			Прочие						
	озера	реки	всего	озера	реки	всего	озера	реки	всего				
Рыбы:	61,0	546,20	607,20	121,0	1330,50	1451,50	31,0	211,0	242,0	561,3	2862,00		
Сиговые:	61,0	546,20	607,20	121,0	1330,50	1451,5	31,0	211,0	242,0	561,3	2862,00		
нельма ¹	-	0,05	0,05	-	0,30	0,30	-	-	-	0,1	0,45		
муксун ²	-	0,05	0,05	-	0,3	0,3	-	-	-	0,2	0,55		
пелядь	50,0	285,0	335,0	60,0	902,0	962,0	10,0	70,0	80,0	167,0	1544,0		
чир ³	5,0	33,0	38,0	31,0	40,5	71,5	6,0	24,0	30,0	55,0	194,5		
сиг	6,0	228,0	234,0	30,0	356,0	386,0	15,0	50,0	65,0	265,0	950,0		
омуль арктический	-	-	-	-	30,0	30,0	-	67,0	67,0	74,0	171,0		
тугун	-	0,1	0,1	-	1,4	1,4	-	-	-	-	1,5		
Осетровые (стерлядь)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Примечания:

¹ ОДУ нельмы для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,35т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.

² ОДУ муксuna в реках для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,35 т из них 0,05 в реки Тазовского бассейна и 0,3 т. Обского бассейна, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,3 т, РВ для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т.

³ ОДУ чира 139,5 т, из них в реках для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 10,0 т.

Таблица В. 2 – Объёмы ОДУ рыбы в водных объектах ХМАО на 2021 г.

Видовой состав	ОДУ в ХМАО, т		
	озера	реки	всего
Рыба:	25,0	275,8	300,8
Сиговые:	25,0	275,0	300,0
нельма ¹	-	0,2	0,2
муксун ²	-	0,6	0,6
пелядь	25,0	240,0	265,0
чир ³	-	13,5	13,5
сиг	-	5,0	5,0
тугун	-	15,7	15,7
Осетровые (стерлядь ⁴)	-	0,8	0,8

Примечания:

¹ ОДУ нельмы для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т.

² ОДУ муксуна для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,5 т, для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.

³ ОДУ чира в реках 13,5 т, из них для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 10,0 т.

⁴ ОДУ стерляди в реках 0,8 т, из них для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т – обская стерлядь, 0,1 т – иртышская стерлядь, для аквакультуры в целях сохранения ВБР – 0,5 т – обская стерлядь

Таблица В. 3 – Объёмы ОДУ рыбы в водных объектах Тюменской области (юг) на 2021 г.

Видовой состав	ОДУ в Тюменской области (юг), т		
	озера	реки	всего
Рыба:	-	0,8	0,8
Осетровые (стерлядь ¹)	-	0,7	0,7
Нельма ²	-	0,1	0,1

Примечания:

¹ ОДУ стерляди для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,2 т, для целей аквакультуры – 0,5 т.

² ОДУ нельмы только для целей научно-исследовательского и контрольного лова – 0,1 т.