

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Камчатский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («КамчатНИРО»)

*На правах рукописи*

Матвеев Андрей Анатольевич

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ,  
ПРОМЫСЕЛ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ МАССОВЫХ  
ВИДОВ РОГАТКОВЫХ У ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ**

03.02.06 Ихтиология

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
Терентьев Дмитрий Анатольевич,  
кандидат биологических наук

Петропавловск-Камчатский – 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	11
1.1. Краткая история изучения рогатковых дальневосточных морей ..	11
1.2. Таксономия и систематика массовых видов рогатковых рыб.....	13
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	22
2.1. Методы сбора полевого материала .....	22
2.2. Методы камеральной обработки .....	28
ГЛАВА 3. КРАТКИЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	33
ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ МАССОВЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА РОГАТКОВЫХ.....	40
4.1. Новые данные по диагностическим признакам, позволяющие различать <i>Gymnocanthus pistilliger</i> от <i>G. galeatus</i> .....	40
4.2. Нитчатый шлемоносец <i>Gymnocanthus pistilliger</i> .....	44
4.3. Охотский (широколобый) шлемоносец <i>Gymnocanthus detrisus</i> ...	62
4.4. Многоиглый керчак <i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i> .....	72
4.5. Керчак-яок <i>Myoxocephalus jaok</i> .....	83
ГЛАВА 5. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ РОГАТКОВЫХ У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ .....	90
5.1. Распределение массовых представителей семейства.....	90
5.2. Многолетняя динамика биомассы рогатковых.....	103
ГЛАВА 6. ПРОМЫСЕЛ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОГАТКОВЫХ РЫБ .....	115
6.1. Современное состояние промысла рогатковых .....	117
6.2. Практическое использование рогатковых.....	125
ВЫВОДЫ .....	132
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	135

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВБР – водные биологические ресурсы

ОДУ – общий допустимый улов

ОСМ – отраслевая система мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота «Росрыболовство»

РАН Российская академия наук

ПБА – полный биологический анализ

РПЗ – рыбоперерабатывающий завод

МП – массовый промер

СА – специальный анализ

CPUE – улов на единицу промыслового усилия (кг/ч траления)

SPUE – улов на единицу промыслового усилия (экз./ч траления)

$FL(AC)$  – длина от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника

$TL$  – длина от кончика рыла до конца лучей хвостового плавника

$AD$  – длина от конца рыла до заднего края чешуйного покрова (промысловая длина)

$TLs$  – наибольшая (полная) длина отолита (sagittae)

$Hs$  – ширина (высота) отолита (sagittae)

$Ts$  – толщина отолита (sagittae)

$3Ls$  – сумма трёх линейных измерений отолита (sagittae):  $TLs$ ,  $Hs$ ,  $Ts$

$Ws$  – масса отолита (sagittae)

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Проблема рациональной эксплуатации водных биологических ресурсов (ВБР), обсуждается довольно часто (Богданов и др., 2005; Терентьев, 2006; Бадаев, 2011, 2018; Токранов 2014, 2017, 2018). Эффективное их использование является основой экономического и продовольственного развития. В России рыбная промышленность всегда имела важное значение, а в таких субъектах как Камчатский край она считается структурообразующей экономики региона (Бычков, 2010; Балыкин, 2018). Кроме того, ВБР составляют важную часть общего ресурсного потенциала страны (Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ, 2019).

С учётом изменений Правил рыболовства (например, Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 228 от 04.06.2018), развитием технологий переработки и появлением новых взглядов на использование конечного продукта (новейшие открытия в области криопротекторных белков (AFP) (Mahatabuddin, Tsuda, 2018)) в рыбохозяйственной отрасли, становятся востребованы современные сведения о состоянии запасов потенциально промысловых видов, что указывает на необходимость проведения научных исследований. В связи со сложившейся в последние годы тенденцией к более рациональному ведению промысла, прослеживается повышенный интерес к улучшению качества прогнозирования рекомендованного вылова (РВ) группы объектов, составляющих «прилов». Это, в свою очередь, невозможно без привлечения подробной информации о биологии рыб, в том числе и рогатковых.

Рогатковые (Cottidae) — одно из наиболее характерных и разнообразных с точки зрения систематики семейств северной части Тихого океана. Некоторые виды семейства во многих Дальневосточных морях обладают высокой численностью и биомассой. Они играют существенную роль в донных иктиоценозах, как хищники и потенциальные пищевые конкуренты

основных промысловых видов рыб (Иванов О., 2002; Токранов, 1990, 2018).

Несмотря на многолетние исследования, которые были начаты ещё в 1970-х годах (Токранов, 1985а), современные данные о промысле, динамике биомассы, распределении и размерном составе массовых видов рогатковых у западного побережья Камчатки, практически отсутствуют или в значительной степени устарели. С момента выхода в свет сводной специализированной работы по рогатковым рыбам А.М. Токранова (1985а), в которой содержится большое количество ценных сведений о видах, обитающих, в том числе и на западнокамчатском шельфе, прошло уже около 40 лет. За это время было накоплено большое количество новых сведений.

Появление современного оборудования и развитие технологических решений обработки данных даёт возможность рассмотреть многие аспекты промысла более подробно. Имеющиеся материалы, в том числе собранные лично автором, позволяют дополнить и расширить существующие на сегодняшний день знания о биологии массовых видов рогатковых рыб. Это особенно актуально, с учётом того, что Охотское море и в том числе воды западнокамчатского шельфа, вероятно, являются центром их ареала (Шмидт, 1950; Токранов, 1984, 1985а).

**Степень разработанности выбранной темы.** Для прикамчатских вод существует значительное количество работ, посвященных биологии и экологии, перспективам промысла и переработки отдельных видов и семейства рогатковых в целом (Максименков, 1996; Напазаков, 2009, 2015; Токранов, 1985, 2006, 2017, 2018 и др.). К тому же они являются прогнозируемым промысловым объектом, для которого ежегодно устанавливается величина рекомендованного вылова (РВ). Однако в опубликованных работах остался неохваченным вопрос многолетней динамики запасов как целого семейства, так и, в большей мере, отдельных его представителей. Современные данные о размерном и возрастном составе прогнозируемых объектов недостаточно достоверны или вовсе отсутствуют. Крайне ограниченными остаются сведения о распределении исследуемых

видов в водах у западной Камчатки.

**Цель работы** — дать характеристику многолетней динамики запасов, распределения, особенностей промысла и размерно-возрастной структуры наиболее массовых видов рогатковых рыб, обитающих на западнокамчатском шельфе.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

- описать размерный состав и некоторые биологические характеристики исследуемых видов;
- изучить возрастную структуру с привлечением данных отолитометрии рогатковых рыб;
- определить районы наибольших концентраций исследуемых видов в среднемноголетнем аспекте;
- оценить величину биомассы семейства рогатковых в целом, и отдельно его наиболее массовых представителей по годам исследований;
- проанализировать современное состояние промысла рогатковых.

**Научная новизна.** Работа является обобщающей сводкой по биологии и промыслу массовых представителей семейства рогатковых западнокамчатского шельфа восточной части Охотского моря в конце XX–начале XXI веков. На основе архивных и современных данных впервые проанализирована многолетняя динамика состояния запасов как в целом для семейства, так и для отдельных его видов. Продемонстрировано распределение массовых видов рогатковых в летний период и описан их размерно-возрастной состав. Впервые представлены морфологические параметры отолитов исследуемых рыб. Описаны независимые от пола диагностические признаки нитчатого шлемоносца (*Gymnocanthus pistilliger*).

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Представленные материалы в значительной степени дополняют и уточняют известные сведения, обобщают опубликованные ранее данные. Предложенные диагностические признаки для *G. pistilliger* позволят точно идентифицировать вид. Данные отолитометрии можно использовать при определении возраста

рыб. Фотографии отолитов найдут применение как в трофологических, так и в палеонтологических исследованиях (Федорец и др., 2011).

В качестве рекомендаций для предприятий рыбной промышленности и при подготовке прогнозных материалов, будут использованы современные данные о распределении рогатковых и величине их запасов. Новые сведения о размерно-возрастном составе видов могут быть привлечены для повышения качества прогнозирования допустимого вылова.

#### **Методология и методы диссертационного исследования.**

Исследование особенностей размерно-возрастной и половозрастной структуры провели с использованием стандартных ихтиологических методов (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Инструкции и методические рекомендации ..., 2000, 2004). Возраст рыб определили по отолитам с применением методик: по тонким шлифам (Шелехов, Панченко, 2007), поперечным спилам, а также по методу «слома и обжига» (Фукс, 2017; Chilton, Beamish, 1982; Beamish, 1987). Для построения таблиц и карт распределения использованы данные, полученные по результатам летних донных траловых съемок 2010–2019 гг. Анализ промысла выполнен при помощи стандартных статистических методов на основе информации из отраслевой системы мониторинга (ОСМ) «Рыболовство», и сведений, собранных на судах и береговых предприятиях.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Современное состояние запасов рогатковых находится на высоком уровне, превышающем среднегодовое значение. Многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus* вносит основной вклад в биомассу семейства (более 50 %).

2. Рогатковых ежегодно вылавливают в значительных (по сравнению с другими потенциально промысловыми видами рыб) количествах, в среднем около 5–6 тыс. т. Тем не менее, их ресурсы существенно недоиспользуются. Основным орудием их добычи является снюрревод. Объёмы изъятия рогатковых ярусным флотом в ОСМ практически не отражаются, однако могут достигать 10 % от общего вылова семейства.

**Степень достоверности результатов** обеспечена применением общепризнанных методик по изучению рыб во время сбора и обработки материала. Подкреплена большим количеством обработанного первичного биостатистического материала за период с 1960 по 2020 гг. Результаты работ обсуждались на коллоквиумах и отчетных сессиях ФГБНУ «КамчатНИРО», а также оформлены в виде научных статей, имеющие положительные экспертные заключения.

**Личный вклад автора.** В 2012–2020 гг. автор ежегодно принимал участие при выполнении донных траловых съёмок у западного побережья Камчатки, а также во время работ на рыбопромысловых судах, плавзаводах и береговых рыбоперерабатывающих предприятиях; лично осуществлял сбор и обработку первичного биологического материала; занимался подготовкой шлифов (спилов) отолитов и определением возраста, а также отолитометрией и статистической обработкой данных.

**Апробация результатов.** Результаты научных исследований представлялись на: международной конференции PICES (Йокогама, Япония, 2018 г.); VI-ой научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса» (Москва, 2019 г.); XI Всероссийской научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (Петропавловск-Камчатский, 2020 г.); XXI международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 2020 г.), а также на коллоквиумах и отчетных сессиях «КамчатНИРО» в 2012–2020 гг.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в изданиях, включенных в международные наукометрические базы данных Web of Science и Scopus – 3, ВАК – 7, материалах и сборниках тезисов докладов всероссийских и международных конференций – 4.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация изложена на 164 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, выводов, библиографического списка, включающего 274 источника, в том числе 53 иностранных. Работа содержит 70 рисунков и 12 таблиц.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность за всестороннюю поддержку и ценные замечания, научному руководителю и наставнику, ведущему научному сотруднику ФГБНУ «ВНИРО» (Камчатский филиал «КамчатНИРО») кандидату биологических наук Терентьеву Дмитрию Анатольевичу, под руководством которого была написана данная работа.

Также автор благодарен коллегам и соавторам из Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН (Владивосток), кандидатам биологических наук А.А. Баланову и В.В. Панченко за личное участие в совместных экспедициях, помощь в подготовке публикаций и бесценный опыт полученный в процессе работы. Отдельная благодарность коллеге и другу Г.А. Колыбину, а также А.В. Виноградской и сотруднику «ТИНРО-центра» Д.С. Трухину за активное участие в сборе первичного биологического материала во время совместных научных экспедиций. В.В. Коломейцеву и А.К. Стокоз за ценные советы и помощь при подготовке различных гидрологических материалов и карт распределений. Искреннюю благодарность автор выражает Д.А. Кротовой за всестороннюю помощь и непосредственное участие при обработке первичного биологического материала в период научно-экспедиционных работ. Н.А. Растягаевой за профессиональную помощь и рекомендации при подготовке шлифов отолитов. О.А. Белонович за личное участие и наставления при статистической обработке полученных данных с помощью языка программирования R. Коллегам из «КамчатНИРО» и «ТИНРО-центра» участвовавшим в разное время в многочисленных донных траловых съёмках у западного побережья Камчатки, а также сотрудникам лаборатории морских рыб «КамчатНИРО» за сбор сведений и материалов во время промысловых рейсов и работ на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях.

Отдельная благодарность сотруднику Камчатского государственного технического университета (КамчатГТУ), заведующей сектором коллективного использования научного оборудования, кандидату биологических наук, А.В. Климовой за помощь в обработке материала, ценные советы и консультации.

Поскольку период выполнения траловых съемок, использованных в данной работе, охватывает более чем полувековой временной интервал: с 1960 по 2020 гг., невозможно было бы получить представленные результаты без участия других людей. Перечислить всех участников экспедиций, приложивших усилия по сбору материалов, не представляется возможным. Таким образом, выражая признательность всем этим специалистам, хотелось бы надеяться, что представленная работа, является данью уважения их нелегкому, а порой и опасному труду.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Краткая история изучения рогатковых дальневосточных морей

Исследования донной ихтиофауны дальневосточных морей начались в XVIII веке с экспедиций В. Беринга (Борец, 1997). Лишь с появлением, в этом региона, в 1930-е годы первых рыболовных траулеров стали проводиться систематические исследования. С послевоенного периода они велись более планомерно и углубленно (Шмидт, 1948, 1950; Моисеев, 1954, 1964; Засельский, 1984; Шунтов, 1985, 1988; Борец, 1990а, б).

По-видимому, первым опубликованным сообщением о представителях семейства рогатковых (Cottidae) в северной части Тихого океана, является работа П.С. Палласа “*Zoographia Rosso-Asiatica*”, где приводится описание керчаков (многоиглого и яока) и некоторых других видов семейства (цит. по Н.П. Световидову, 1978). Ранние исследования рогатковых рыб в XVIII — начале XX века носили скорее описательный характер, основной упор в то время делали на совершенствование их систематики, уточнение мест поимок (глубины, тип грунта и т.д.) и максимальных размеров особей (Токранов, 1985а). Одни из первых работ, содержащих отрывочные сведения о биологии и распределении некоторых представителей исследуемого семейства, появились лишь в 1950–1960-х годах (Никольский, 1950; Хлупкова, 1950; Шмидт, 1950; Моисеев, 1954; Легеза, 1956; Паракецов, 1962; Шунтов, 1963, 1965; Clemens, Wilby, 1946). В последующее десятилетие были опубликованы немногочисленные труды, также содержащие некоторые данные об отдельных аспектах биологии рогатковых в разных районах Тихого океана (Кашкина, 1970; Макушок, 1970; Мусиенко, 1970; Фадеев, 1970; Федоров, 1973). Отдельно стоит отметить работы по морфологии рогатковых таких авторов как А.В. Неелова (1979), Г.У. Линдберга и З.В. Красюковой (1987) и М. Yabe (1985).

Отрывочные сведения о распределении представителей семейства рогатковых, описывающие, в основном, их присутствие на каких-либо

глубинах, содержатся в достаточно большом количестве публикаций (Парин, 1968; Шейко, 1983; Токранов, Полутов, 1984; Шунтов, 1985; Борец, 1985а, б, 1990а, б; Гаврилов и др., 1988; Шунтов и др., 1990; Гомелюк, Щетков, 1992; Вдовин, 1996; Дударев, 1996; Вдовин, Зуенко, 1997; Гаврилов, 1998; Измятинский, 1999; Ueno, 1971; Hard, 1973; Rogers, Ellis, 2000 и др.). Специальное изучение распределения рогатковых северного Приморья было выполнено П.В. Калчугиным (1998). Сведения о питании отдельных видов семейства опубликованы в ряде работ (Табунков, Чернышева, 1985; Чучукало и др., 1999; Напазаков, Чучукало, 2003; Чучукало, 2006; Cardinale, 2000; Nishikawa et al, 2000).

Одним из последних сводных трудов, содержащих данные по биологии и распределению рыб рода *Myoxocephalus* (Cottidae), является диссертационная работа В.В. Панченко (2001а). В ней автор подробно исследовал вопросы возраста и роста, размножения и развития, а также питание 4 видов керчаковых рыб. Помимо этого, вышеупомянутым автором был опубликован ряд работ, касающихся различных аспектов биологии, оценок запасов и распределения рыб родов *Myoxocephalus* и *Gymnocanthus*, а также некоторых других представителей семейства Cottidae (Панченко, 1998, 1999, 2000, 2001б, 2001в; 2001г; Гньюбкина, Панченко, 2001; Панченко, 2002, 2012, 2013; Панченко, Пущина, 2004; Шелехов, Панченко, 2007; Панченко и др., 2016; Панченко и др., 2020).

Несмотря на большое количество публикаций о рогатковых рыбах дальневосточных морей, значительная часть упомянутых выше исследований, особенно наиболее современных, относятся к водам Японского моря, тихоокеанским и охотоморским водам Курильских островов, а также к некоторым районам Берингова моря. Что касается прикамчатских вод, редкие работы, содержащие сведения по биологии рогатковых, были опубликованы Н.В. Храпковой (1961а, 1961б) и Н.Н. Горбуновой (1964). В разные периоды вопросов питания рыб обсуждаемого семейства прикамчатских вод касались такие исследователи как Л.А. Николотова (1977), В.В. Максименков (1994,

1996; Максименков, Токранов, 1992) и В.В. Напазаков (2009, 2015). Отдельно стоит отметить монографию Л.А. Борца (1997), в которой автор уделил значительное место биологии некоторых представителей рогатковых рыб.

Без преувеличения, огромный фундаментальный вклад в изучение многих видов семейства рогатковых прикамчатских вод внёс А.М. Токранов. Помимо уже перечисленных выше публикаций, им были проведены специализированные исследования, по распределению, росту и возрасту, питанию и размножению наиболее массовых видов семейства (Токранов 1981, 1983а 1983б, 1983в, 1984, 1985г, 1986а, 1986б, 1988а, 1988б, 1993; 1995, 1998, 1999, 2002, 2004, 2006, 2009, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020; Токранов и др., 2003; Токранов, Орлов, 2005, 2010, 2012, 2013; Токранов, и др., 2016 Tokranov, Orlov, 2013 и др.). Именно ему принадлежит первая сводная работа, посвященная биологии пяти видов рогатковых прикамчатских вод (Токранов, 1985а). Для многих исследователей, в том числе и иностранных, работы А.М. Токранова и по сегодняшний день являются актуальными ориентирами для сравнения полученных ими данных (Reuter, TenBrink, 2008; Hutchinson, TenBrink, 2011; TenBrink, Buckley, 2013). Более того, результаты его исследований остаются востребованными и активно используются иностранными коллегами при прогнозировании запасов рогатковых в водах залива Аляска, восточной части Берингова моря и у Алеутских островов (<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2016-assessment-sculpin-stock-complex-bering-sea-and-aleutian-islands>).

## **1.2. Таксономия и систематика массовых видов рогатковых рыб**

В прикамчатских водах семейство рогатковых насчитывает 66 видов из 22 родов. У западного побережья Камчатки встречаются представители 33 видов в Камчатско-Курильской (61.05.4) и 31 вид зарегистрирован в Западно-Камчатской (61.05.2) подзонах (Токранов, 2014). Целью данной работы не является исследование всех известных представителей семейства рогатковых,

поэтому далее приведена классификация только для тех родов и видов, которые упоминаются в данной работе.

Тип Хордовые Chordata Bateson, 1885

Подтип Позвоночные Vertebrata Cuvier, 1812

Надкласс Челюстноротые Gnathostomata Zittel, 1879

Суперкласс (Superclass) Рыбы Pisces Linnaeus, 1758

Класс Лучепёрые рыбы Actinopterygii Klein, 1885

Инфракласс Костистые рыбы Teleostei Müller, 1846

Отряд Скорпенообразные Scorpaeniformes Greenwood et al., 1966

Подотряд Рогатковидные (керчаковидные) Cottoidei Berg, 1940

Надсемейство Рогаткоподобные Cottoidea

Семейство Рогатковые (керчаковые) Cottidae Bonaparte, 1832

Род Шлемоносные бычки *Gymnocanthus* Swainson, 1839

Вид Охотский шлемоносец *Gymnocanthus detrisus* Gilbert & Burke, 1912

Вид Нитчатый шлемоносец *Gymnocanthus pistilliger* Pallas, 1814

Род Получешуйные бычки *Hemilepidotus* (*Melletes*) Cuvier, 1829

Вид Получешуйник Гилберта *Hemilepidotus gilberti* Jordan & Starks, 1904

Вид Белобрюхий получешуйник *Hemilepidotus jordani* Bean, 1881

Вид Бычок-бабочка *Hemilepidotus papilio* (*Melletes papilio*) Bean, 1880

Вид Чешуехвостый получешуйник *Hemilepidotus zapus* Gilbert & Burke, 1912

Род Керчаки *Myoxocephalus* Tilesius, 1811

Вид Многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus* Pallas, 1814

Вид Керчак-яок *Myoxocephalus jaok* Cuvier, 1829

Данная классификация представлена согласно международному регистру морских видов (World Register of Marine Species (WoRMS), 2020). Далее виды рогатковых расположены согласно их среднемноголетнему вкладу в общую биомассу семейства исследуемого района.

Род Керчаки *Myoxocephalus* Tilesius, 1811

В рассматриваемом районе, согласно полевому определителю В.Н. Тупоногова и Л.С. Кодолова (2014), обитают 8 представителей вышеуказанного рода: многоиглый керчак (~ бычок) *M. polyacanthocephalus*, керчак-яок *M. jaok* [= *M. edomius*], снежный керчак (белопятнистый ~, керчак Брандта) *M. brandtii* Steindachner, 1867, чёрный керчак (~ бычок) *M. niger* Bean, 1881, мраморный керчак (дальневосточный ~, керчак Стеллера) *M. stelleri* Tilesius, 1811, бугорчатый керчак (~ бычок) *M. tuberculatus* Soldatov & Pavlenko, 1922, бородавчатый керчак (~ бычок) *M. verrucosus* Bean, 1881, и охотский керчак (~ бычок) *M. ochotensis* Schmidt, 1929. Последний встречается лишь в северной части исследуемого района. По нашим наблюдениям, во время летних траловых съёмок у западного побережья Камчатки, его редкие поимки отмечались в районе м. Южного в очень небольших количествах. Тогда как первые два вида считаются наиболее массовыми и значимыми с точки зрения величины запасов в исследуемом районе (Токранов, 1985а; Золотов и др., 2013; Матвеев, Терентьев, 2016). Остальные представители рода *Myoxocephalus* считаются редкими или обычными видами в водах западнокамчатского шельфа (Тупоногов, Кодолов, 2014), суммарная биомасса которых невелика (Терентьев и др., 2013; Матвеев, Терентьев, 2016). *M. stelleri* считается хоть и часто встречающимся, но малоизученным видом (Токранов, 2013).

В Российских водах многоиглый керчак и керчак-яок распространены в северной части Японского моря, в Охотском море, у Курильских островов, восточной Камчатки и в западной части Берингова моря (Андрияшев, 1939; Шмидт, 1950; Неелов, 1979; Линдберг, Красюкова, 1987; Борец, 2000; Шейко, Федоров, 2000; Тупоногов, Кодолов, 2014; Парин и др., 2014). Помимо этого, керчак-яок обитает южнее залива Петра Великого у берегов Кореи, у островов Хоккайдо и Хонсю, вдоль тихоокеанского побережья Америки от Аляски на юг до острова Кадьяк; многоиглый керчак — южнее залива Петра Великого у берегов Кореи, у острова Хоккайдо и вдоль тихоокеанского побережья

Америки (до о. Ванкувер) (Таранец, 1937; Шмидт, 1950; Неелов, 1979; Линдберг, Красюкова, 1987; Mori, 1956; Matsubara, 1955; Watanabe, 1958; Ueno, 1971).

Оба вида, являются наиболее крупными и массовыми представителями семейства рогатковых в северо-западной части Тихого океана и относятся к широкобореальным приазиатским элиторальным видам (Токранов, 2017б). Многоиглый керчак предпочитает большие глубины, его поимки отмечены от 0–775 м, однако наиболее обычен на глубинах 40–250 м. Керчак-яок обитает на глубинах 0–680 м, но зоной оптимума являются глубины 10(20)–180 м (Токранов, 1985а; Тупоногов, Кодолов, 2014). Центром ареала *M. polyacanthocephalus* и *M. jaok* можно считать восточную часть Охотского моря, где отмечались их наиболее плотные скопления (Шмидт, 1950; Токранов, 1984; Токранов, 1985а). Оба представителя рогатковых относятся к промысловым видам рыб (Борец, 2000).

#### Род Шлемоносные бычки *Gymnocanthus*<sup>1</sup> Swainson, 1839

В исследуемом районе, достоверно отмечено два представителя этого рода: широколобый шлемоносец (охотский ~, шлемоносный охотский бычок) *G. detrisus* и нитчатый шлемоносец (~ бычок) *G. pistilliger*. В некоторых литературных источниках и в рейсовых отчётах указано, что здесь также обитает узколобый шлемоносец (берингоморский бычок) *G. galeatus* Bean, 1881 (Шейко, Федоров, 2000; Федоров и др., 2003; Тупоногов, Кодолов, 2014). В опубликованной работе (Матвеев, Терентьев, 2016) нами было сделано предположение, что в отдельные годы имела место неверная видовая идентификация видов *G. pistilliger* и *G. galeatus*.

<sup>1</sup>Использовано название согласно (Линдберг, Красюкова, 1987; Mecklenburg et al., 2002; Тупоногов, Кодолов, 2014; Парин и др., 2014; WoRMS, 2020; www.fishbase.org и др.). Ранее, в работах применялось название рода — *Gymnacanthus* (Schmidt, 1927; Шейко, Федоров, 2000; Федоров и др., 2003), которое на сегодняшний день считается невалидным (<http://oopt.aari.ru/bio/52720>).

Впоследствии было проведено специальное исследование, результаты которого, подтвердили высказанное ранее предположение (Баланов, Матвеев, 2018). Подробно они описаны в главе 4.1 данной работы. Таким образом, далее мы рассматриваем только первых двух представителей рода *Gymnocanthus*. Вероятно, единичные поимки *G. galeatus* возможны, но лишь на юге исследуемого района.

*G. detrisus* — широкобореальный приазиатский элиторальный вид, распространённый в Японском, Охотском и Беринговом морях, у Восточной Камчатки, а также у тихоокеанского побережья Курильских островов и о-ва Хоккайдо. Обитает на глубинах от 15 до 450 м, чаще 50–300 м (Линдберг, Красюкова, 1987; Тупоногов, Кодолов, 2014; Парин и др., 2014). Зона оптимума в прикамчатских водах приходится на глубины 80–230 м. Центром современного ареала шлемоносца следует, очевидно, считать северо-восточную часть Охотского моря. (Токранов, 1985а). Он относится к сравнительно многочисленным и повсеместно встречающимся видам рыб (Токранов, 2017а). Больших скоплений он не образует и вылавливается в качестве прилова при промысле других рыб. Преимущественно используется для выработки технической продукции, хотя мясо пригодно в пищевых целях (Котляр, 2006; Burger et al., 2007).

*G. pistilliger* — арктическо-бореальный вид, широко распространённый в северо-западной Пацифике от южной части Японского моря до юго-восточного побережья Аляски, в Беринговом и Охотском морях, вдоль тихоокеанского побережья Курильских о-вов и о-ва Хоккайдо, а также в Чукотском море (Линдберг, Красюкова, 1987; Борец, 2000; Новиков и др., 2002; Федоров и др., 2003; Allen, Smith, 1988; Mecklenburg et al., 2002; Yamazaki et al., 2013). Целенаправленные исследования распределения и некоторых других аспектов биологии *G. pistilliger* проводились преимущественно в российских водах Японского моря, в зал. Петра Великого (Вдовин и др., 1994; Вдовин, Дударев, 2000; Шелехов, Панченко, 2007; Панченко, 2012, 2013; Панченко и др., 2020), у восточного побережья

Берингова моря (Hoff, 2000) и в прикамчатских водах (Токранов, 1981а, 1981б, 1985в, 1987, 1993). Обитает на глубинах 0–325 м, чаще менее 100 м (Тупоногов, Кодолов, 2014). При этом в литературе до сих пор встречаются противоречивые данные о предельных глубинах его обитания (Андронов, Датский, 2014; Матвеев, Терентьев, 2016; Баланов, Матвеев, 2018). Наибольшей численности этот вид достигает у западного побережья Камчатки (Токранов, 2017а). Считается промысловым видом, однако промыслом практически не используется, оставаясь перспективным объектом рыболовства (Токранов, 1987; Панченко, 2013).

#### Род Получешуйные бычки *Hemilepidotus (Melletes)* Cuvier, 1829

Считаются эндемичным родом северной части Тихого океана, включающим 6 видов получешуйных бычков — пятнистый (получешуйный бычок) *H. hemilepidotus* Tilesius, 1811, колючий получешуйник *H. spinosus* Ayres, 1854, чешуехвостый получешуйник (алеутский ~ ) *H. zapus*, белобрюхий получешуйник (получешуйник Джордана) *H. jordani*, получешуйник Гилберта (пестрый получешуйник) *H. gilberti* и бычок-бабочка (северный получешуйник) *H. papilio* [= *Melletes papilio*]. В настоящее время родовое название *Melletes* считается невалидным (<http://oort.aari.ru/bio/112893>; WoRMS, 2020).

*H. spinosus* обитает только вдоль американского побережья от юго-западной Аляски до Калифорнии. Ареал остальных представителей рода значительно шире и охватывает в том числе Дальневосточные моря России (Линдберг, Красюкова, 1987; Борец, 2000; Токранов и др., 2003; Allen, Smith, 1988; Mecklenburg et al., 2002). По сведениям из литературных источников, в Охотском море обитают только три вида получешуйных бычков: *H. jordani*, *H. gilberti* и *H. papilio* (Шейко, Федоров, 2000; Токранов и др., 2003; Тупоногов, Кодолов, 2014).

*H. jordani* — широкобореальный тихоокеанский элиторальный вид. Обитает в Чукотском (южная часть), Беринговом и Охотском морях, у

восточного побережья Камчатки, Командорских и Курильских островов, у северного и восточного побережий о. Хоккайдо и юго-восточной Аляски. Поимки отмечались на глубинах от 0 до 907 м, однако чаще встречается на глубинах менее 250–300 м. Считается многочисленным и промысловым видом (Тупоногов, Кодолов, 2014). А.М. Токранов (1985а) указывал, что зона оптимума для *H. jordani* и *H. gilberti* приходится на глубины 10–280 м, а центром ареала обоих видов получешуйников являются тихоокеанские воды северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки.

*H. gilberti* — широкобореальный приазиатский элиторальный вид. Встречается на глубинах от 0 до 604 м, но чаще менее 300 м в Японском (до о. Хоккайдо) и Охотском морях, у тихоокеанского побережья Восточной Камчатки, Командорских, Курильских островов и в западной части Берингова моря. Также, как и *H. jordani* считается многочисленным промысловым видом (Тупоногов, Кодолов, 2014).

*H. papilio* [= *Melletes papilio*] — широкобореальный приазиатский элиторальный вид. Отмечен в диапазоне глубин 4–320 м, но чаще встречается на 50–240 м. Распространён в южной части Чукотского, Охотском и Беринговом морях, у Восточной Камчатки, Командорских и Курильских островов. Многочислен или обычен. Считается потенциально промысловым видом (Тупоногов, Кодолов, 2014).

Отдельно стоит отметить *H. zapus*, который был описан последним из рода *Hemilepidotus* (Gilbert, Burke, 1912). Как отмечает А.М. Токранов с соавторами (2003), история поимок этого вида в Российских водах насчитывает не одно десятилетие, она довольно запутана и противоречива. Многие исследователи, вплоть до 2000 г., принимали за *H. zapus* другие близкородственные виды *H. papilio*, *H. gilberti* или *H. hemilepidotus*. Некоторые описанные в литературе поимки чешуехвостого получешуйника были основаны на полевых определениях, не подтверждённых коллекцией Зоологического института РАН (Токранов и др., 2003). Л.А. Борец (2000) даже ставил под сомнение его таксономический статус как отдельного вида.

Лишь в 1998 г. Б.А. Шейко впервые достоверно определил *H. zapus* и сохранил экземпляры «нового» для фауны России вида. Краткие сведения об этих поимках были опубликованы в ряде работ (Шейко, Федоров, 2000; Mecklenburg et al., 2002). Специализированное исследование, посвященное *H. zapus* и близкородственным ему видам, было опубликовано А.М. Токрановым с соавторами (2003). В этой работе авторы максимально подробно изучили вопрос о распределении вышеуказанного вида, согласно их данным, чешуехвостый получешуйник встречается в северо-западной части Тихого океана у Алеутских, Командорских островов и с тихоокеанской стороны Северных Курильских островов (от о. Парамушир до о. Кетой). Однако В.Н. Тупоногов и Л.С. Кодолов (2014) указывают на значительно меньший ареал вида — с тихоокеанской стороны Северных Курильских островов к югу от 4-го Курильского пролива, а поимки севернее (у Командорских, Алеутских островов и в восточной части Чукотского моря), по мнению авторов, требуют подтверждения. *H. zapus* считается высокобореальным тихоокеанским элиторальным видом. Встречается на глубинах 25–530 м, концентрируясь весной, летом и осенью в диапазоне 100–200 м (Токранов и др., 2003; Тупоногов, Кодолов, 2014).

Отметим, что в работе А.М. Токранова с соавторами (2003), было указано, что детальное изучение коллекции Зоологического института РАН позволило выявить наличие ошибочно определённых видов получешуйных рыб во многих фаунистических сводках дальневосточных морей. Например, нечеткость представлений о границах ареалов и путаница в первоописании видов привела к выводам о широком распространении *H. hemilepidotus* в российских водах, что не соответствует действительности (Токранов и др., 2003).

Стоит добавить, что в целом, фаунистические ошибки были характерны не только для российских экспедиций. На проблемы корректной видовой идентификации (и соответственно, достоверности оценок численности и биомассы) рыб во время проведения научных рейсов, в восточной части

Берингова моря, ранее, указывали и иностранные коллеги (Orr et al., 2014). Несмотря на то, что относительно регулярные траловые съёмки в вышеуказанном районе выполняли с 1976 г., правильность определения, например, керчаковых рыб до 2000–2002 гг. вызывает сомнения (Stevenson, Hoff, 2009). Отметим, что у иностранных коллег, начиная с 1996 г., ежегодно, проводилась специальная программа обучения по идентификации рыб и беспозвоночных для участников экспедиций, и экипажей судов. Это способствовало повышению качества определения животных в период полевых работ (Orr et al., 2014).

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Методы сбора полевого материала

В основу работы положены современные материалы донных траловых съемок, проведенных в Охотском море у западного побережья Камчатки (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны) в 2010–2020 гг., которые, как правило, были выполнены в июне-июле. Кроме того, для оценки многолетней динамики величины запасов были привлечены архивные и литературные данные по донным траловым съёмкам, выполненным в период с 1960–2010 гг., специалистами Камчатского филиала «ВНИРО» (КамчатНИРО) (до 1995 г. — КоТИНРО), у западного побережья Камчатки в летний период. Первые траловые съёмки были проведены в 1957–1959 гг. В 1960-е годы первичная схема включала в себя 100–170 тралений (рис. 2.1.1А). С такой схемой станций донные съемки проводились до середины 1980-х годов. Несколько позже, к траловым исследованиям на западнокамчатском шельфе подключились специалисты ТИНРО-центра. Донные съемки, выполняемые ими, отличались большей детальностью, а перечень гидрологических, гидробиологических и ихтиологических наблюдений был существенно расширен.

В течение ряда лет донные траловые исследования выполнялись исследователями обоих институтов в «параллельном» режиме, а с началом 2000-х годов, в основном осуществляются силами ТИНРО-центра, при участии камчатских специалистов (Золотов и др., 2013). Поскольку сетка станций донных тралений после 2009 г. значительных изменений не претерпела и, в целом, соответствует рисунку 2.1.1Б, мы использовали карту из работы А.О. Золотова с соавторами (2013). Количество выполненных траловых станций, для каждого года исследований, представлено в таблице 2.1.1.

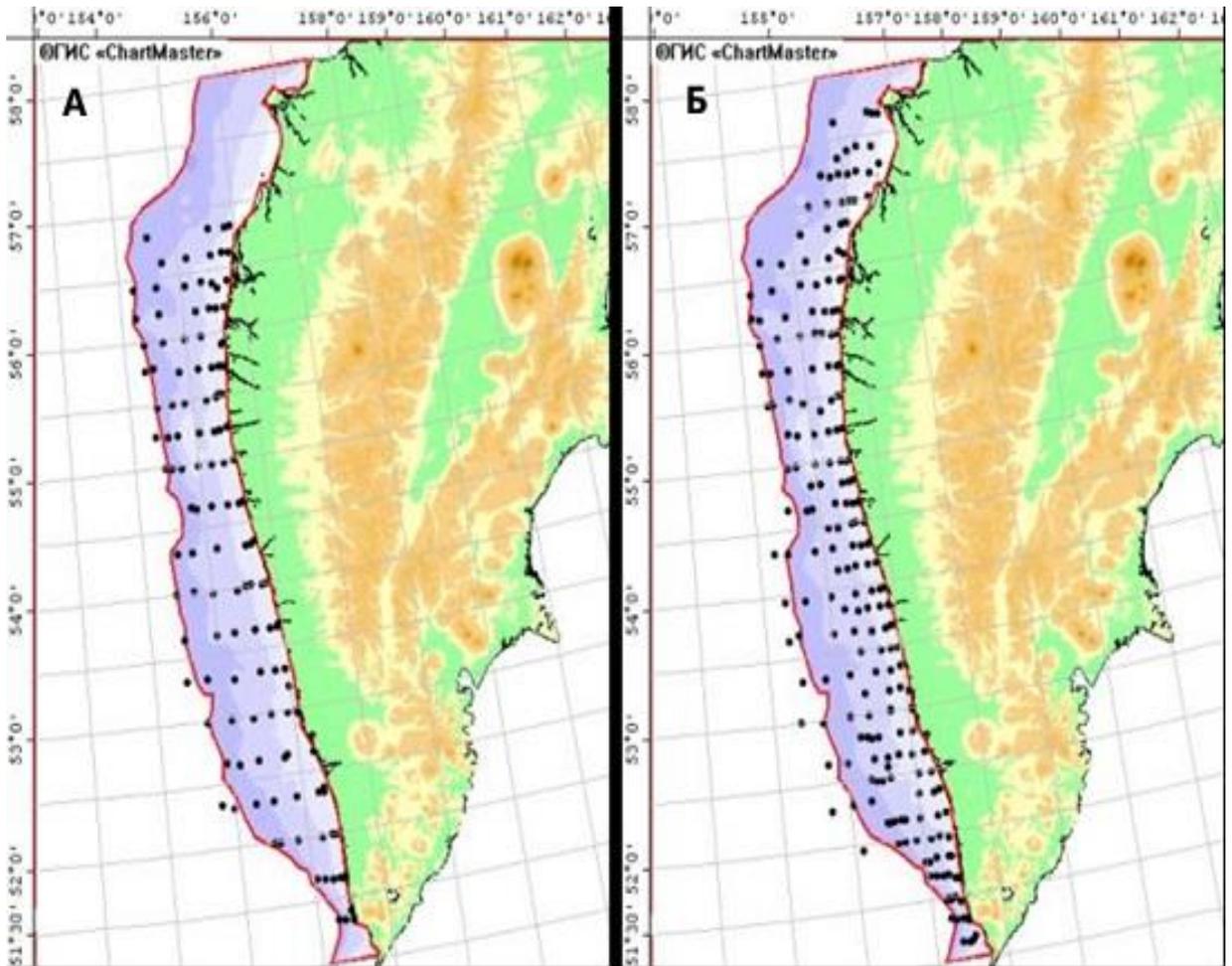


Рис. 2.1.1. Схема станций донной траловой съемки на шельфе Западной Камчатки в 1960-е годы (А – СРТ «Байдар», 1965 г.) и в 2000-е (Б – НИС «Профессор Кизиветтер», 2009 г.), красной линией обозначен «стандартный» полигон (Золотов и др., 2013)

Таблица 2.1.1

Сведения о донных траловых съемках, выполненных у западного побережья Камчатки в летний период

№	Название судна	Год	Количество тралений	Тип трала
1	2	3	4	5
1	СРТ «4-454»	1960	169	27,1
2	СРТ «4-348»	1961	165	27,1
3	СРТ «Изумруд»	1962	117	27,1
4	СРТ «Алатырь»	1963	132	27,1
5	СРТ «Байдар»	1964	125	27,1
6	СРТ «Байдар»	1965	132	27,1
7	СРТ «Байдар»	1966	132	27,1
8	СРТ «Байдар»	1967	144	27,1
9	СРТ «Алагема»	1968	137	27,1
10	СРТ «Бирокан»	1969	164	27,1

## Продолжение таблицы 2.1.1

1	2	3	4	5
11	СРТ «Корифей»	1970	150	27,1
12	СРТ «Бирокан»	1971	132	27,1
13	СРТМ «8-461»	1972	260	27,1
14	СРТМ «8-461»	1973	183	27,1
15	СРТМ «8-449»	1974	263	27,1
16	СРТМ «8-461»	1975	174	27,1
17	РТ «Адлер»	1976	118	32,5
18	НПС «Садгород»	1977	53	27,1
19	СРТМ «8-453»	1978	61	27,1
20	СРТМ «Завитинск»	1979	152	32,5
21	НПС «Артем»	1981	143	27,1
22	БМРТ «Экватор»	1982	118	31,2
23	СРТМ «Горный»	1983	137	27,1
24	СРТМ «Дончак»	1985	156	27,1
25	БМРТ «Мыс Бабушкина»	1986	126	27,1
26	СРТМ-К «Пермское»	1987	191	27,1
27	БМРТ «Мыс Тихий»	1988	127	27,1
28	БМРТ «Мыс Дальний»	1990	140	28,4
29	СРТМ «Пограничник Петров»	1992	135	27,1
30	СРТМ «Ленск»	1995	65	27,1
31	НИС «Профессор Леванидов»	1996	64	27,1
32	СРТМ «Шурша»	1996	301	28,4
33	СРТМ «Шурша»	1997	173	27,1
34	СРТМ «Шурша»	1998	184	32,5
35	СРТМ «Шурша»	1999	149	28,4
36	СРТМ «Пограничник Петров»	2000	189	27,1
37	СРТМ «Пограничник Петров»	2001	202	27,1
38	СТР «Сопочное»	2002	179	27,1
39	СРТМ «Панкара»	2003	238	27,1
40	НИС «Профессор Кагановский»	2005	282	27,1
41	СРТМ «Профессор Пробатов»	2005	237	27,1
42	НИС «Профессор Кагановский»	2007	195	27,1
43	НИС «Профессор Кагановский»	2008	198	27,1
44	НИС «Профессор Кизиветтер»	2009	248	27,1
45	НИС «Профессор Кизиветтер»	2010	217	27,1
46	НИС «ТИНРО»	2011	229	27,1
47	НИС «Профессор Пробатов»	2012	124	27,1
48	НИС «Профессор Пробатов»	2013	213	27,1
49	НИС «ТИНРО»	2014	221	27,1
50	НИС «Профессор Кизиветтер»	2015	220	27,1
51	НИС «ТИНРО»	2016	239	27,1

1	2	3	4	5
52	НИС «ТИНРО»	2017	259	27,1
53	НИС «ТИНРО»	2018	220	27,1
54	НИС «Профессор Кагановский»	2019	218	27,1
55	НИС «ТИНРО»	2020	224	27,1

На протяжении всего периода исследований для выполнения тралений использовали 27,1- и/или 31,5- метровые донные тралы, оснащенные мягким грунтропом по нижней подборе. В кутцевую часть трала изнутри была вшита вставка из дели с ячейей 10×10 мм. Траления продолжительностью 30 минут (в некоторых случаях время тралений было снижено до 15–20 минут) производили в светлое время суток со средней скоростью судна 3 узла. Измерение температуры придонных вод, в период выполнения траловых съёмов, выполнены при помощи CTD-зонда SBE 19plus V2 (Sea-Bird Electronics, Inc., США). В целом, были обработаны и приняты к расчетам результаты 55 научных экспедиций и 9524 учётных тралений (см. табл. 2.1.1).

Дополнительно были привлечены данные собранные автором (в 2012–2013 гг. на ПЗ «Святой Владимир», в 2015 г. на СРТМ «Финвал», в 2016 г. на ЯМС «Аланетт», в 2018 г. на ЯМС «Калкан», в 2019 г. на РКЗ «колхоз им. В.И. Ленина») и сотрудниками лаборатории морских рыб ФГБНУ Камчатского филиала «ВНИРО» (КамчатНИРО), во время работ в морских экспедициях на рыбопромысловых судах, а также на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях.

Разбор уловов и ихтиологические исследования выполнены согласно общепринятой методике (Борец, 1997). Сбор биостатистического материала включал: выполнение массовых промеров (МП), полного биологического анализа (ПБА, обычно по 10–15 экз. на каждый сантиметр размерного ряда), а также отдельные виды специальных анализов (СА). При выполнении МП, самцов и самок *G. pistilliger* промеряли и взвешивали отдельно. Массовые промеры других исследуемых видов рыб, выполнены без разделения по

гендерному признаку. У рыб измеряли длину по Смиту *FL* (от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника, что у исследуемых видов соответствует *TL*, шаг по длине — 1 см). При выполнении ПБА длину рыб измеряли с точностью до 0,1 см. ПБА включал (помимо *TL*) измерение промысловой длины *AD* (расстояние от конца рыла до заднего края чешуйного покрова), взвешивание целой рыбы и без внутренностей, определение пола и стадии зрелости гонад, степени наполнения желудка. Набор измеряемых параметров при СА во многом был аналогичен перечисленным выше операциям при ПБА, однако СА не подразумевал сбор регистрирующих возрастных структур. При выполнении ПБА коллекционировали отолиты («слуховые или ушные камешки»). Они формируются в процессе эмбрионального развития рыб перед началом стадии пигментации глаз (Серпунин, 2009) и обладают общими свойствами характерными для регистрирующих возраст структур (Чугунова, 1959; Мина, Клевезаль, 1976).

Стоит отметить, что обычно под термином «отолит» понимают саккулярный отолит (*sagittae*) — один из парных, наиболее крупных у всех рыб, ушных камней (кальций-протеиновое образование из карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ ) расположенных во внутреннем ухе (Mendoza, 2006). В данной работе определение «отолит» используется именно в этом смысле. Более мелкие отолиты *asteriscus* и *lapillus* не рассматриваются.

Все перечисленные процедуры выполнили по стандартным методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Инструкции и..., 2000, 2004). Общее количество собранного и обработанного материала, в том числе и архивные данные, представлено в таблице 2.1.2.

Дополнительно, чтобы исключить ошибку при определении видов рода *Gymnocanthus*, необходимо было установить надежные диагностические признаки нитчатого шлемоносца *G. pistilliger*, что позволило бы идентифицировать особей этого вида с высокой точностью при разборе уловов, выполнении массовых промеров (МП) и полных биологических анализов (ПБА).

Объём использованных материалов (экз.) за период 1996–2020 гг.

Вид	МП 2010–2020 гг.	ПБА (СА) 1996–2020 гг.	Отолиометрия /определение возраста
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	6682	580	210/217
<i>Myoxocephalus jaok</i>	5399	655	333/–
<i>Gymnocanthus detrisus</i>	4462	328	183/194
<i>Gymnocanthus pistilliger</i>	9545*	445	252/253
Всего	26088	2008	978/664

\*С 2016–2020 гг. — период проведения специализированных исследований (Баланов, Матвеев, 2018)

На основании литературных (Таранец, 1937; Wilson, 1973) и собственных данных были отобраны признаки для точной идентификации *G. pistilliger* и *G. galeatus*: сумма лучей в плавниках (в спинных и анальном, а также удвоенное число лучей в грудном); наличие, число и положение шероховатых костных пластинок в межглазничном промежутке; особо отмечалось, доходят ли они до его наружного края и встречаются ли они сверху на глазных орбитах. Лучи в грудном плавнике подсчитывались только с левой стороны. Эти признаки использовались для определения видов рода *Gymnocanthus* с узким межглазничным промежутком на протяжении всего периода работ. Для более подробного анализа из районов, где в Охотском море указывался *G. galeatus* (Матвеев, Терентьев, 2016) было исследовано 110 особей (100 самок и 10 самцов), пойманных на глубинах 16–60 м в 11 тралениях между 53°20' и 57°20' с. ш. (рис. 2.1.2). Рыбы отбирались случайным образом. Измеряли общую длину тела ( $TL$ , мм) — от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника. Дополнительно, для сравнения признаков, был собран материал из других районов обитания: 1 особь *G. pistilliger* 210 мм  $TL$  из Японского моря (42°30' с. ш., 131°27' в. д.; глубина 74 м). *G. galeatus*, 5 особей 130–260 мм  $TL$  из Берингова моря (59°50' с. ш., 170°08' в. д.; глубина 78 м).

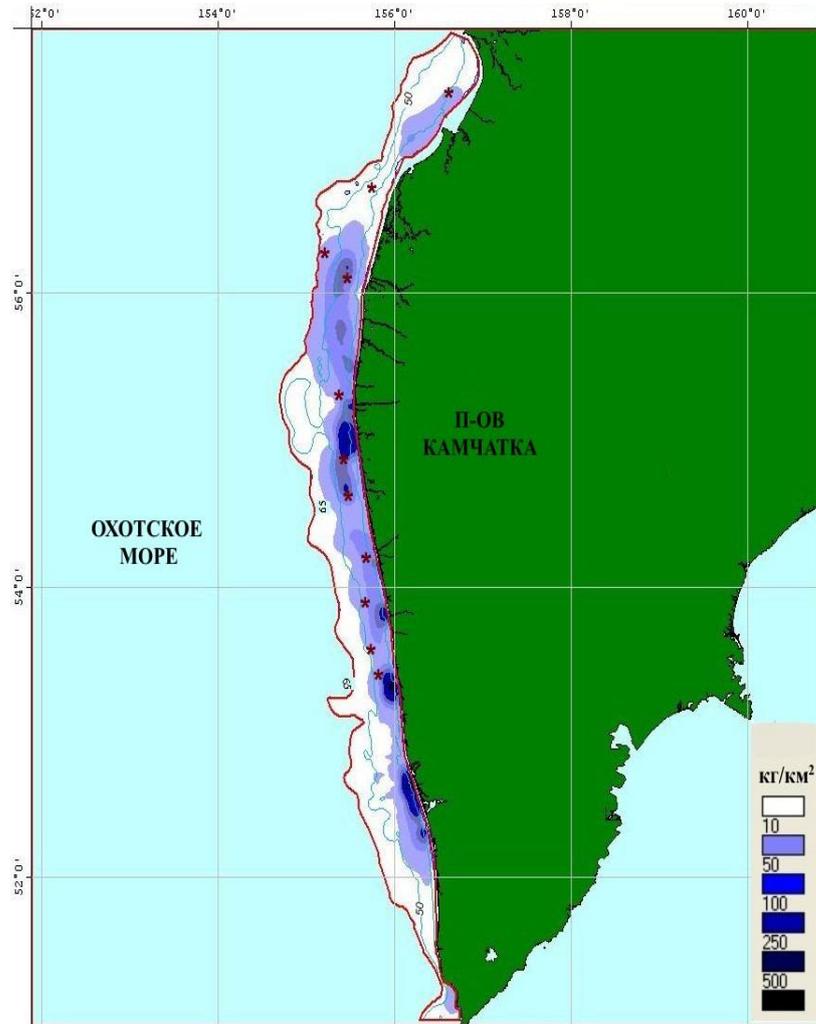


Рис. 2.1.2. Места отбора особей (обозначены – \*) и распределение уловов (кг/км<sup>2</sup>) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* у побережья Западной Камчатки в 2016 г.

## 2.2. Методы камеральной обработки

Расчет величины запасов, для всего рассматриваемого периода, произвели в пределах «стандартного» полигона (см. рис. 2.1.1), в диапазоне глубин 15–250 м (Золотов и др., 2013), методом сплайн-аппроксимации с использованием компьютерной геоинформационной системы ГИС «КартМастер». Она разработана в ФГБНУ «ВНИРО» и специально предназначена для обработки данных биоресурсных съемок, в том числе и донных траловых. Детальное описание возможностей этой программы можно найти в работе В.А. Бизикова с соавторами (2007). Для расчета численности и биомассы использовали общепринятый коэффициент уловистости, равный 0,5

(Борец, 1985б). В тексте работы и в таблицах использованы сокращения: CPUE — улов в кг и SPUE — улов в экземплярах, пересчитанные на единицу промыслового усилия, что в нашем случае соответствует 1 часу.

Для построения среднеголетних карт распределения видов использовали пакет специализированного программного обеспечения ArcGIS PRO (Esri #453484) (<https://www.arcgis.com>). Исходными данными послужили материалы летних донных траловых съёмок, выполненных в 2010–2019 гг. у западного побережья Камчатки. В качестве базовой картографической проекции использовали — Lambert Azimuthal Equal-Area (Азимутальная равновеликая проекция Ламберта), адаптированную для северо-западной части Тихого океана. Эта проекция сохраняет площадь полигонов, одновременно поддерживая истинное направление от центра. Вся исследуемая акватория от 50°50' до 58°00' с. ш. и от 154°00' до 157°00' в. д., была условно разбита на квадраты размером 15×15 морских миль (аппаратное значение равно 27780 м<sup>2</sup>, каждый). В рамках обозначенных квадратов было произведено осреднение результатов тралений, которые предварительно были стандартизированы согласно CPUE и SPUE (кг/ч и экз./ч). В результате для всех съёмок в пределах стандартной сетки квадратов был получен набор средних значений, для которых выполнили передискретизацию при отображении, используя метод кубической свертки. Дополнительно была применена растяжка отображаемых значений по типу среднеквадратического отклонения ( $n = 2,5$ ).

Статистическая обработка данных полученных по результатам траловых съёмок, а также их визуализация выполнена в программной среде GraphPad Prism version 9.0.2 (<https://www.graphpad.com>). С помощью тестов Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk test) и Д'Агостино-Пирсона (D'Agostino-Pearson test) выполняли проверку данных на нормальность распределения. Для оценки статистических различий между сравниваемыми группами использовали критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). Уровень значимости для всех рассчитанных критериев составлял  $p=0,05$ .

Результаты фоновых гидрологических наблюдений обработаны с использованием пакета программ фирмы-производителя CTD-зонда. Для построения карт распределения использовали специализированную программу SURFER V.11 ([www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com)).

Для анализа динамики вылова и характеристики промысла были использованы данные из отраслевой системы мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота (ОСМ) «Рыболовство». Для доступа и первичной обработки информации применяли программу «FMS analyst» (Vasilets, 2015). Статистическую обработку данных выполнили по общепринятым методикам (Лакин, 1980).

Измерения линейных и весовых параметров отоликов (отолитометрию) и определения возраста выполнили в лаборатории морских промысловых рыб ФГБНУ Камчатский филиал «ВНИРО» («КамчатНИРО»). Для каждого исследуемого вида рогатковых измерения отоликов произвели в следующем порядке: слуховой камешек очистили от загрязнений, подсушили, затем на электронных весах взвесили отдельно правый и левый отолики. Далее в работе масса отолика обозначена аббревиатурой  $W_s$ , где  $W$  — масса, а  $s$  — указывает на исследуемый отолит (*sagittae*). С помощью электронного штангенциркуля SHANE sh-18 определили длину ( $TL_s$ ), ширину ( $H_s$ ) и толщину ( $T_s$ ) каждого слухового камешка с точностью до 0,01 мм. Также, в работе используется сумма трёх этих измерений ( $TL_s + H_s + T_s$ ) —  $3L_s$ . Отолитометрия выполнена по схеме, представленной на рисунке 2.2.1.

Определения возраста выполнены согласно универсальной и достаточно отработанной методике по прокаленному поперечному слому отолика (Буслов, 2005; Фукс, 2017; Chilton, Beamish, 1982; Beamish, 1987). В связи со спецификой строения отоликов рогатковых, дополнительно были выполнены поперечные спилов (распилы) отоликов, что позволило в некоторых случаях повысить качество оценок возраста рыб (см. рис. 2.2.1 справа). Поперечные

спицы отолитов сделаны гравировальной машинкой (бормашина) «Top Machine DC-130b».

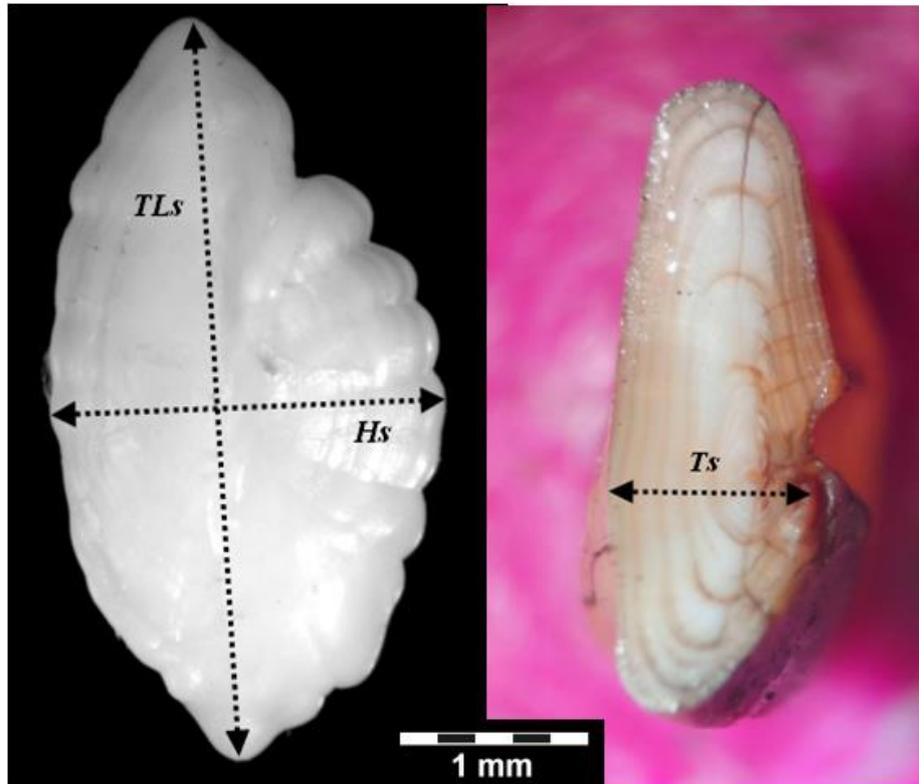


Рис. 2.2.1. Схема измерений линейных параметров отолита. Пунктирной линией обозначены оси измерений длины ( $TLs$ ), ширины ( $Hs$ ) и толщины ( $Ts$ )

Помимо этого, возраст *G. pistilliger* определяли в проходящем свете по тонким двусторонним шлифам отолитов, аналогично ранее описанной, для данного вида, методике (Шелехов, Панченко, 2007), но без измерения оптической проницаемости и с некоторыми техническими доработками. Изготовление препаратов осуществили по следующей схеме: при помощи термопластичного цемента (смолы) «Buehler» фиксировали образец на предметном стекле, далее используя шлифовально-полировальный станок «Buehler Metaserv-2000» и специальные шлифовальные диски зернистостью P800–1200 стачивали отолит, по возможности, до его центра (ядра). Затем, для получения двустороннего шлифа, половинку отолита переворачивали, вновь фиксировали с помощью смолы и стачивали оставшуюся часть образца. Контроль толщины шлифа осуществляли с помощью микроскопа Leica.

Фотографирование целых отолитов, а впоследствии их спилов или шлифов выполнили в лаборатории комплексного использования научного оборудования ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» с помощью электронного микроскопа Olympus SZX-7 со встроенной цветной CCD-камерой для световой микроскопии (DP-27) и специализированным программным обеспечением «Olympus cellSens».

Статистическая обработка материалов по отолитометрии, росту и возрасту, а также визуализация полученных данных произведена в программной среде RStudio (<https://rstudio.com>), разработанной для языка программирования R (R-Project.org). Попарное сравнение левого и правого отолита выполнили с помощью функции «`pairwise.t.test`».

Помимо вышеперечисленного программного обеспечения, для анализа и обработки полученных данных использовали средства Microsoft Office (Word, Excel, Access) и бесплатный растровый графический редактор Paint.net (<https://www.getpaint.net>).

### ГЛАВА 3. КРАТКИЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Охотское море является одним из материково-окраинных морей Тихого океана (Ушаков, 1953). Среди дальневосточных морей России оно самое мелководное и второе по площади после Берингова моря (Зенкевич, 1956). Охотское море глубоко вдаётся в материк и расположено полностью в умеренной зоне. Крайние точки моря находятся между параллелями  $47^{\circ}17'$  и  $62^{\circ}42'$  с. ш. и меридианами  $135^{\circ}10'$  и  $165^{\circ}16'$  в. д. С запада, северо-запада и севера оно ограничивается берегом Азиатского материка и восточным берегом острова Сахалин. На юго-западе Охотское море омывает северо-восточный берег острова Хоккайдо (Япония). С востока ограничивается западным берегом полуострова Камчатка и с юго-востока — Курильскими островами (рис. 3.1). Простираение моря с севера на юг на 2500 км накладывает большой отпечаток на различия в климате, океанологическом режиме и биологии отдельных его частей.

Воды Охотского моря и Тихого океана находятся в постоянном обмене через многочисленные Курильские проливы. Значительные массы поверхностных и глубинных тихоокеанских вод проникают в Охотское море, создавая в нём сложную циркуляцию и в значительно изменённом виде возвращаются обратно в Тихий океан (Зенкевич, 1956). Проливом Лаперуза и Амурским лиманом оно связано с Японским морем, к бассейну которого относится Татарский пролив (Лоция..., 2007).

Рельеф дна Охотского моря довольно сложен. В южной части моря располагается глубокая котловина, ограниченная изобатой 3000 м и резким свалом от северной его части. Средняя часть моря занята глубинами 1000–1500 м и образует несколько поднятий, разделяющие центральную котловину моря на две части.

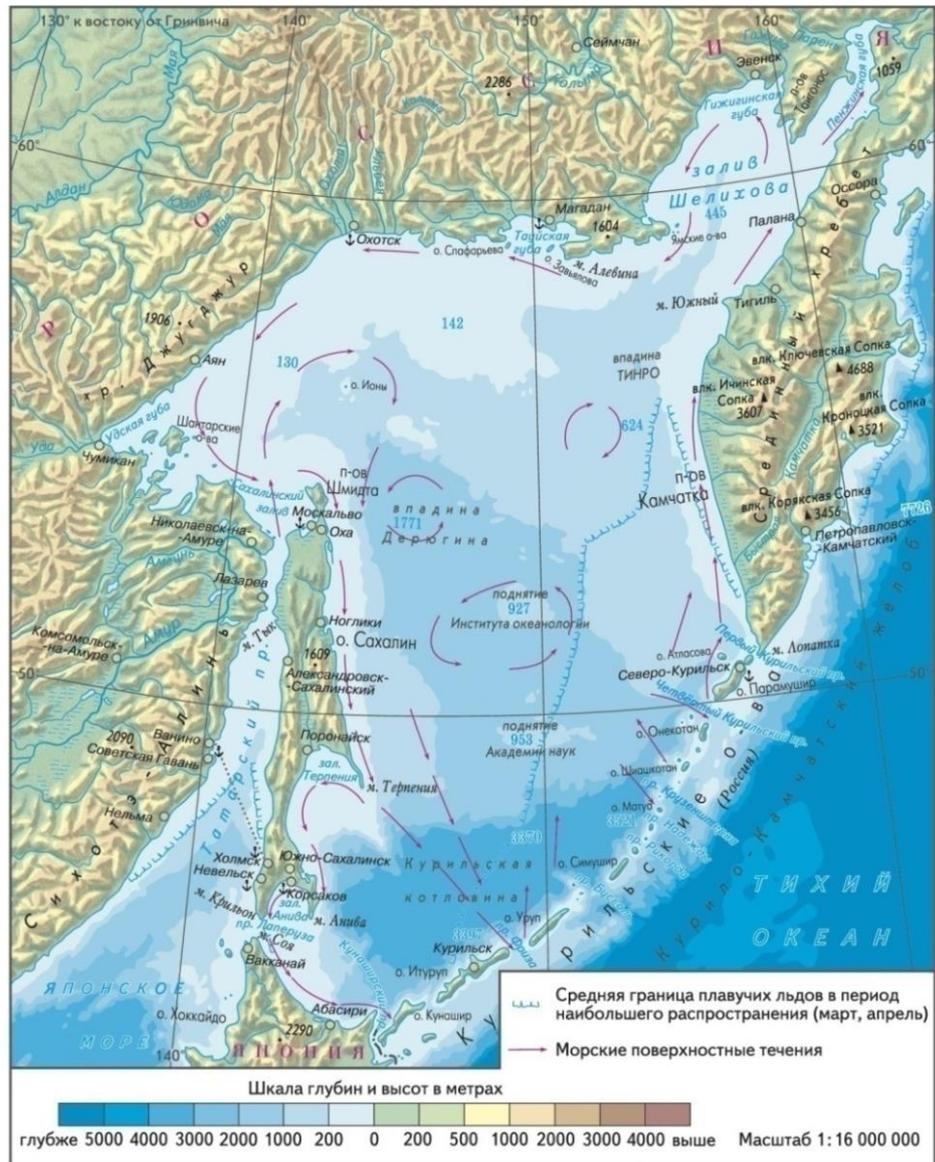


Рис. 3.1. Карта Охотского моря с указанием глубин (м) и поверхностных течений (<https://geographyofrussia.com>)

Подобная расчлененность рельефа дна и соотношение площадей основных морфологических ступеней в различных районах моря во многом определяют характер циркуляции водных масс и их распределение (Ушаков, 1953). Это, в свою очередь, влияет на характер расселения видов. Общий тип циркуляции вод Охотского моря имеет характер циклонической системы, распадающейся на отдельные частные подсистемы (рис. 3.2) (Лучин, 1998).

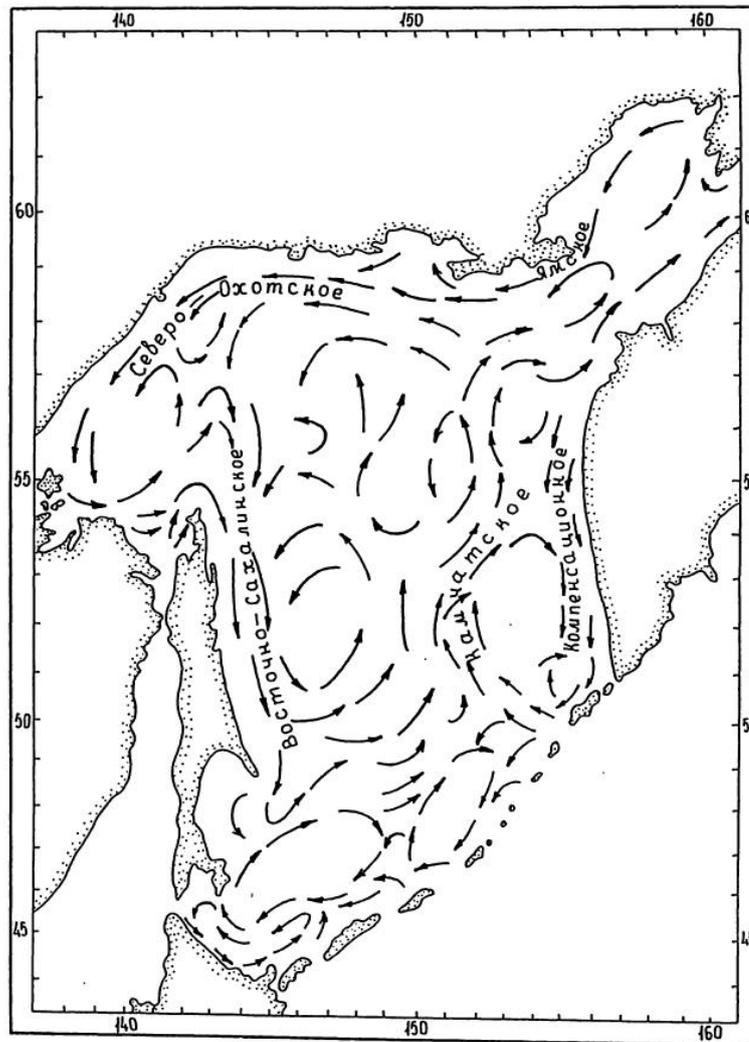


Рис. 3.2. Обобщенная схема циркуляции вод Охотского моря (Лучин, 1998)

В распределении донной фауны очень большое значение имеет снабжение придонных слоёв моря кислородом. Глубинные части Охотского моря, заполняемые тихоокеанскими водами, вливающимися через Курильские проливы, обеднены кислородом (1,4–2,0 мл/л). По мере продвижения на север они ещё более обедняются, так как происходит потребление кислорода организмами, а новое поступление из приповерхностного слоя ничтожно из-за наличия промежуточного холодного слоя и ряда других причин. Помимо этого, характерной особенностью Охотского моря, определяющей очень важные гидрологические, химические и биологические свойства водоёма, является и то, что глубинные водные массы, поступающие через Курильские проливы, обладают относительно высокой температурой (2–3 °С), богаты питательными солями (в 1 м<sup>3</sup> воды содержится 70–80 мг фосфора, 200–300 мг

соединений азота и около 300 мг кремнезёма) и свободной углекислотой (Зенкевич, 1956).

Охотское море — наиболее холодное из дальневосточных морей (Добровольский, Залогин, 1982; Шунтов, 2001). Считается, что его термический режим в зимнее время не сильно отличается от обстановки в арктических морях. В Охотском море выделяют несколько типов водных масс: поверхностная, охотоморская (формируется в зимний период на поверхности, летом залегает на глубине 40–150 м, соленость 32,8–33,2 ‰, температура на большей части моря ниже 0 °С), промежуточная (формируется путём опускания вод по склонам, расположена на глубинах от 100–150 до 400–700 м, температура 1,5 °С, соленость 33,7 ‰), глубинная тихоокеанская (имеет тихоокеанское происхождение, находится на горизонтах 600–1350 м, температура 2,3 °С, соленость 34,4 ‰) и Курильской котловины (имеет тихоокеанское происхождение, залегает глубже 1350 м, температура 1,85 °С, соленость 34,7 ‰). Водные массы Охотского моря по вертикальной структуре являются субарктическими, но промежуточный холодный слой имеется не во всех его частях. Он отсутствует в северной мелководной части моря вследствие небольших глубин и мощной зимней циркуляции; его нет и у западного побережья Камчатки, и в самой южной части моря, не подвергающихся зимнему охлаждению в той мере, которая необходима для образования стабильного холодного промежуточного слоя (Зенкевич, 1956).

Термическая структура моря — наиболее важная характеристика (Гидрометеорология ..., 1993), которая необходима для понимания многих биологических явлений. Температура, наряду с освещенностью, является первичным фактором биографической дифференциации в море. Распределение воды по вертикали зависит от теплового баланса поверхности моря, переноса теплыми течениями, процессов конвекции и турбулентности перемешивания, а также других факторов, находящихся в сложном взаимодействии. По характеру теплового баланса Охотское море может быть условно разделено на примерно две равные части — северо-западную и юго-

восточную. В северо-западной части моря происходит интенсивное поглощение тепла, тогда как в юго-восточной, и особенно у западного побережья Камчатки, происходит его выделение (Добровольский, Залогин, 1982; Шунтов, 2001).

В весенний период, прогрев поверхностных вод не велик и холодные воды, их распределение и интенсивность оказывают значительное влияние на температуру воды в придонном слое. На западно-камчатском шельфе, в средней его части, в течение почти всего года в придонном слое наблюдаются зоны отрицательных температур (рис. 3.3). В разные года площади их распространения и абсолютные значения температур изменяются. В этих зонах почти постоянно отмечаются (особенно в весеннее и летнее время) два относительно холодных ядра, вероятно связанных с существованием вихревой зоны, первое — в районе  $56\text{--}56^{\circ}30'$  с. ш., второе —  $54^{\circ}$  с. ш. (Винокурова, 1964; Шунтов, 2001).

Высокий темп осадконакопления является отличительной чертой Охотского моря. Как и во всех дальневосточных морях, распределение и общий характер грунтов в Охотском море, характеризуется преимущественно крупнозернистыми грунтами (Ушаков, 1953; Шунтов, 2001). В основном это сложные комплексы из гальки, песка и камней с примесью ила. Вулканическая деятельность — важный источник осадконакопления, а также диатомовые водоросли, которые являются причиной широкого распространения диатомовых илов. Для распределения донных осадков в Охотском море характерна вертикальная зональность. Вдоль морских берегов простираются песчаные грунты, далее следует пояс алевритов, глубоководную часть моря занимают мягкие илистые (или илисто-глинистые) грунты. Наряду с другими важными факторами, грунты имеют большое значение в распределении донной фауны (Шунтов, 2001).

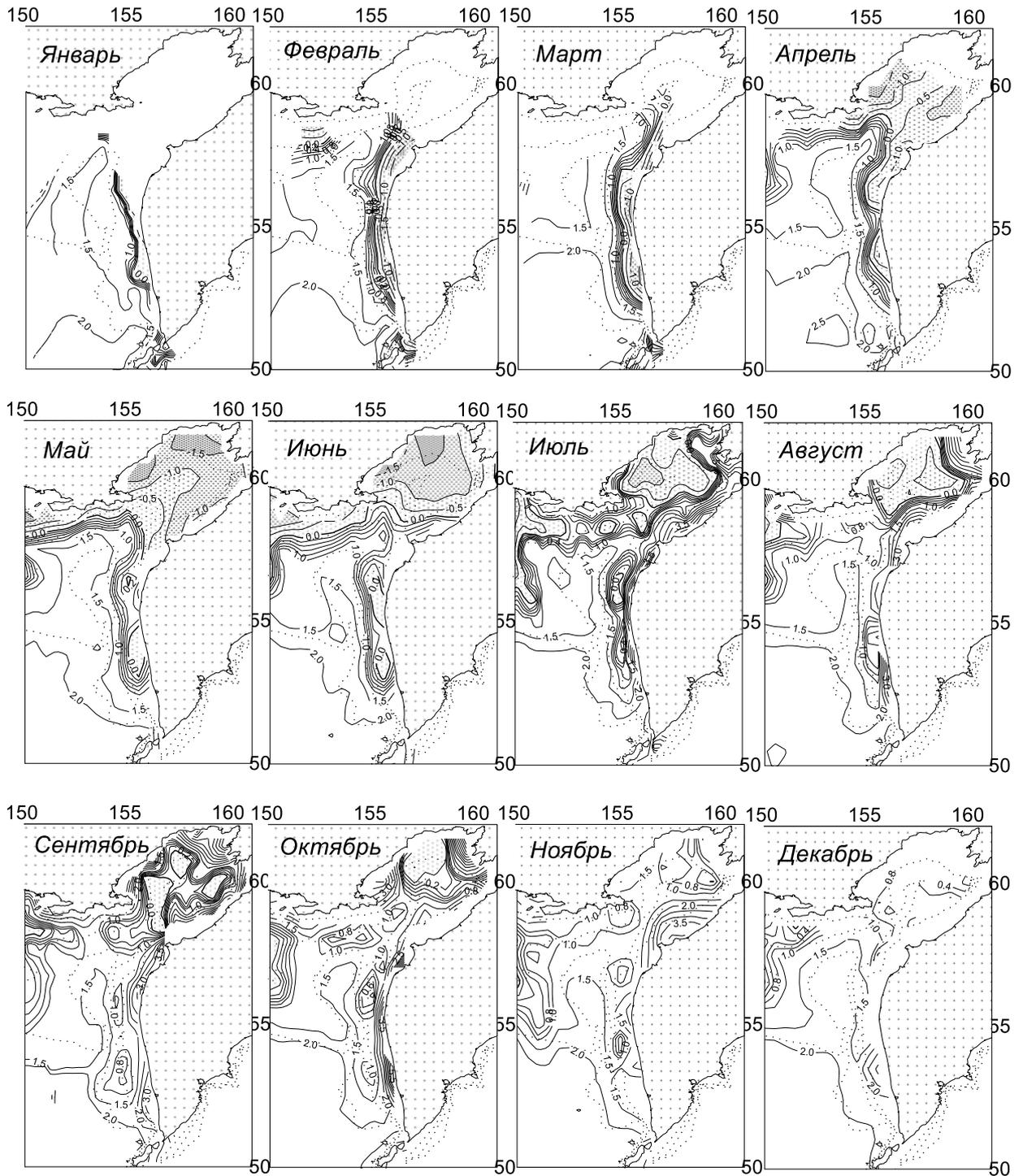


Рис. 3.3. Распределение среднемноголетних значений температуры воды у дна в восточной части Охотского моря (Фигуркин, 2001)

С восточного края котловины Охотского моря расположена материковая отмель и шельф западной Камчатки, который является одним из важнейших промысловых районов Тихого океана. Существование северного и южного (Компенсационное течение) переноса вод на шельфе являются результатом значительной сезонной и межгодовой изменчивости гидрологических условий

района. Совокупность этих, и описанных выше факторов, в значительной степени оказывает влияние на формирование повышенной продуктивности района (Добровольский, Залогин, 1982; Шунтов, 2001).

Помимо этого, В.И. Чернявский с соавторами (1981) выделяют в Охотском море четыре квазистабильных даунвеллинга с высокой концентрацией зоопланктона. Два из них — это антициклонические круговороты у юго-западного побережья Камчатки и в районе впадины ТИНРО. На их периферии происходит вынос глубинных вод, богатых биогенными веществами. Эти динамические структуры являются зонами повышенной продуктивности, характеризующимися стабильно высокой величиной биомассы планктонных и бентосных организмов (Чернявский и др., 1981).

В летний период высокая продукционная способность сохраняется в тех районах, где происходит апвеллинг и активный береговой сток рек, восполняющие поток биогенных элементов. Основными дивергенциями, вызывающими апвеллинги на шельфе западной Камчатки, являются: Усть-Хайрюзовский апвеллинг, юго-западный район у оконечности шельфа и желоб, продолжающий впадину ТИНРО (Чернявский и др., 1981). Так же стоит отметить район опреснения около п. Усть-Хайрюзово, подверженный влиянию стока крупных рек северо-западного побережья Камчатки, который в комплексе с другими факторами создаёт условия для формирования продуктивных зон.

## ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ МАССОВЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА РОГАТКОВЫХ

### 4.1. Новые данные по диагностическим признакам, позволяющие различать *Gymnocanthus pistilliger* от *G. galeatus*

Выше уже упоминалось о проблеме определения двух близкородственных видов *G. pistilliger* и *G. galeatus*. И перед тем как приступить к обсуждению вопросов, касающихся оценок запасов, распределения и отдельных аспектов биологии исследуемых рыб, целесообразно подробно рассмотреть тему их корректной видовой идентификации.

Ключи для определения видов рода *Gymnocanthus* проверены временем и обычно позволяют достоверно их различать (Таранец, 1937; Wilson, 1973; Nakabo, 2002). Тем не менее, есть редкие исключения из этого правила. В частности, самцов *G. pistilliger* от самцов *G. galeatus* (видов с узким и вогнутым межглазничным промежутком) можно отличить по характерным кожистым придаткам (пистиллам) под грудными плавниками, которые есть только у первого вида (Таранец, 1937; Wilson, 1973). Отличительные признаки молоди или самок в определительных ключах обычно отсутствуют. Наличие шероховатых косных пластинок, а также характер их размещения в межглазничном пространстве у вышеупомянутых видов (важный таксономический признак) описан недостаточно полно и даже противоречиво у разных исследователей (Таранец, 1937; Nakabo, 2002). Несомненно, это вызывало трудности при различении самок и молоди обоих представителей рода в районах, где они обитают совместно, в том числе и водах у западного побережья Камчатки.

Возможно, из-за неверного определения нижний предел обитания *G. pistilliger* значительно отличается в разных литературных источниках. В некоторых работах указано, что вышеупомянутый вид не встречается глубже 110–120 м (Токранов, 1981б; 1985в; 1987; Борец, 1989; Панченко,

Зуенко, 2009; Hoff, 2000), в других доказывається, что он обитает на глубинах до 214 м (Андронов, Датский, 2014) или даже 325 м (Allen, Smith, 1988; Mecklenburg et al., 2002).

Чтобы исключить ошибку при идентификации видов нами было проведено специальное исследование, цель которого — уточнить и показать те диагностические признаки, с помощью которых можно достоверно различить *G. pistilliger* и *G. galeatus* вне зависимости от пола особей. Материалы и методы проведения исследования подробно описаны в соответствующей главе данной работы.

Размеры (*TL*) исследованных нами рыб *G. pistilliger* (110 экз.) изменялись от 14,0 до 25,3 см, средняя длина составила 21,2 см. Сумма лучей в плавниках варьировала от 74 до 81 (в среднем 77,7), модальные классы 77 или 78 лучей.

Исходя из полученных данных, все обработанные в 2016 г. особи рода *Gymnocanthus* из западнокамчатских вод Охотского моря с узким межглазничным промежутком принадлежат к виду — *G. pistilliger*. В монографии Д. Вилсона (Wilson, 1973) для данного вида приведены аналогичные значения суммы лучей в плавниках. Стоит добавить, что в исследованном районе из видов рода *Gymnocanthus* с узким межглазничным промежутком встречались только самцы *G. pistilliger*.

У *G. pistilliger* в межглазничном промежутке шероховатые костные пластинки (если присутствовали) отмечались вдоль его средней оси между воображаемыми линиями, проходящими через передний и задний края орбит. Число костных пластинок в межглазничном промежутке у исследованных рыб изменялось в широких пределах. У 26,4 % особей костные пластинки здесь отсутствовали. Полный ряд пластинок (примерно 5–6 штук) был отмечен у 20,1 % исследованных экземпляров. Остальные особи в межглазничном промежутке имели от 1 до 4 пластинок. Причём, когда в межглазничном промежутке были шероховатые костные пластинки они никогда не доходили до его краев. Также они не встречались сверху на орбитах глаз (рис. 4.1.1А).

У исследованных нами *G. galeatus* сумма лучей в плавниках изменялась от 83 до 88, что соответствует данным Д. Вилсона (Wilson, 1973) — 82–89. Межглазничный промежуток полностью покрыт множеством шероховатых костных пластинок и они всегда проходят по его краю. Крупные рыбы длиной более 20,0 см (*TL*) часто имеют костные пластинки сверху на орбитах (рис. 4.1.1Б). Это совпадает с признаками *G. galeatus* из литературных источников (Таранец, 1937; Wilson, 1973; Mecklenburg et al., 2002).

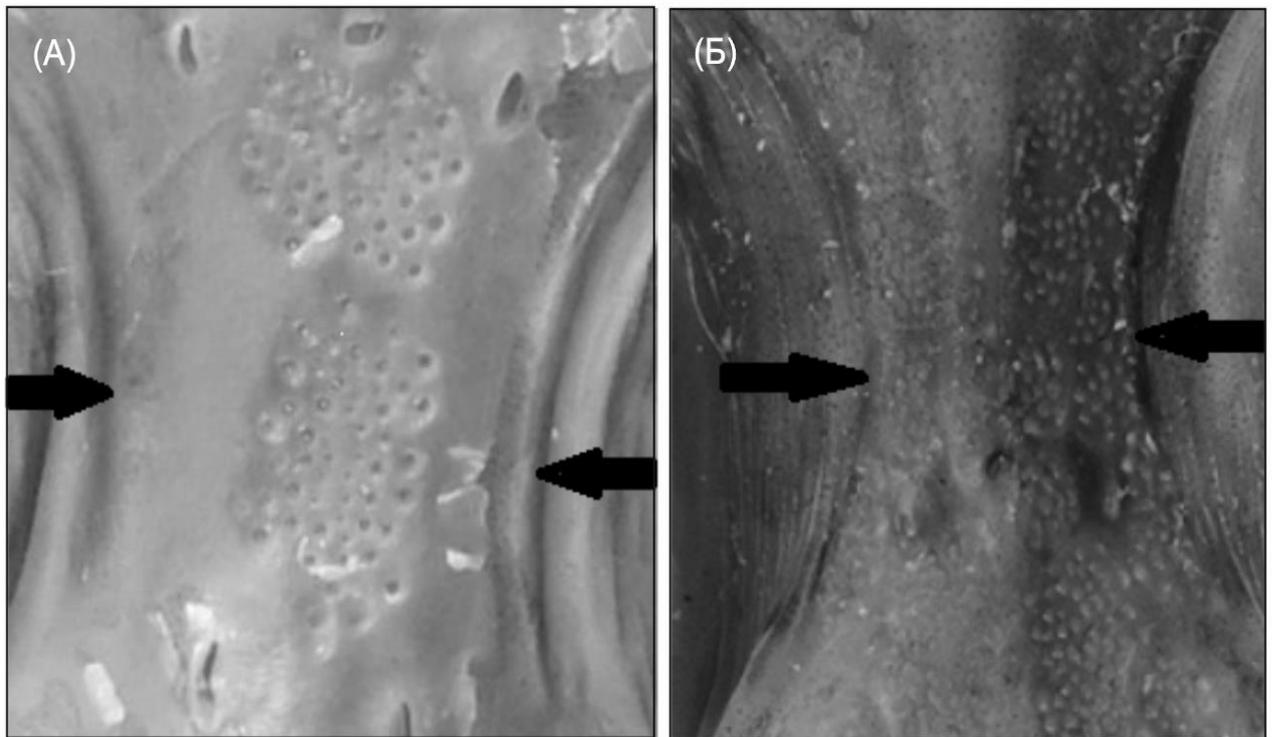


Рис. 4.1.1. Расположение шероховатых чешуй в межглазничном промежутке нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (А) и узколобого шлеменосца *G. galeatus* (Б) (стрелками отмечены края межглазничного промежутка)

Предложенные нами признаки позволяют достоверно различать оба вида практически на всем ареале, где они совместно обитают, или могут быть встречены (в тихоокеанских водах Камчатки и Северных Курильских о-вов, в Беринговом море (до широты средней части Анадырского залива) и в восточной части Охотского моря) (Баланов, Матвеев, 2018). В северной части Берингова моря, в районе южных Курильских о-ов, тихоокеанского и охотоморского побережий о-ва Хоккайдо (Япония) нужно использовать

больше признаков для надёжной идентификации видов рода *Gymnocanthus* с узким и вогнутым межглазничным промежутком.

Для определения обоих видов достаточно проанализировать тип размещения шероховатых чешуй на межглазничном промежутке. Если чешуи покрывают полностью межглазничный промежуток и встречаются на его краях, то это *G. galeatus*. У *G. pistilliger* их нет или они встречаются только посередине межглазничного промежутка (не достигая его краев). Использование указанных признаков позволит надёжно различать эти виды при разборе улова. При экспресс определении дополнительно можно использовать увеличительное стекло, препаровальную иглу или тонкий пинцет. Определение можно перепроверить подсчетом лучей в плавниках.

Необходимо отметить, что по нашим данным, межглазничный промежуток *G. pistilliger* более сильно покрыт костными пластинками, чем было описано в литературе. По сведениям ряда авторов, в межглазничном промежутке *G. pistilliger* шероховатых косных пластинок нет или их очень мало (Wilson, 1973; Mecklenburg et al., 2002; Nakabo, 2002). По нашим же данным, косные пластинки в межглазничном промежутке отмечаются у большинства рыб (73,6 %), а у 20,1 % они образуют непрерывный ряд. Это необходимо принимать во внимание при определении близкородственных видов.

По результатам нашего исследования, в течение 2016 г. на шельфе и верхней части материкового склона западнокамчатского побережья Охотского моря не обнаружено ни одной особи *G. galeatus*. Все представители рода *Gymnocanthus* с узким межглазничным промежутком были пойманы на глубинах до 70 м и все они принадлежали к виду — *G. pistilliger*. Таким образом, можно предположить, что в отдельные периоды (годы) за *G. galeatus* здесь ошибочно принимались крупноразмерные самки *G. pistilliger*. В пользу нашего предположения свидетельствует и то, что ранее в северо-западной части Охотского моря *G. galeatus* почти не отмечался. В большинстве источников этот вид вообще не упомянут в списке видов этого района

(Шмидт, 1950; Борец, 1989). Б.А. Шейко и В.В. Федоров (2000) хоть и указывали *G. galeatus* для юго-западной Камчатки, но исключительно как редкий вид (Б.А. Шейко, личное сообщение).

Дополнительно стоит отметить, что *G. galeatus* имеет более широкий вертикальный диапазон обитания, чем *G. pistilliger* (до 579 м) и наиболее обычен на глубинах от 100 до 250 м (Токранов, Орлов, 2012; Mecklenburg et al., 2002). Вероятно в Северо-восточной части Охотского моря можно ожидать обнаружение *G. galeatus* именно на глубинах совместно с *G. detrisus*, который встречается здесь постоянно и в значительном количестве (Борец, 1989; Борец, 1997), а не на мелководье с *G. pistilliger*.

Используя предложенные дополнительные диагностические признаки, автором данной работы ежегодно выполнялась идентификация видов рода *Gymnocanthus* с узким и вогнутым межглазничным промежутком. К моменту написания данной работы ни одной особи *G. galeatus* в исследуемом районе обнаружено не было.

#### 4.2. Нитчатый шлемоносец *Gymnocanthus pistilliger*

Из всех исследуемых в данной работе видов наиболее подробные исследования, в том числе по отолитометрии, были выполнены для *G. pistilliger*. Он имеет относительно короткий размерный ряд и является многочисленным у охотоморского побережья Камчатки, что позволяет использовать его в качестве удобного модельного вида. Кроме того, учитывая то, что удалось собрать большое количества материала и данных, целесообразно начать обсуждение биологии массовых представителей семейства рогатковых именно с *G. pistilliger*.

Исходя из описанного в разделе 4.1, с целью исключить потенциально ошибочные данные, использованы только материалы собранные в период с 2016 по 2020 гг. В исследуемом районе длина тела (*TL*) *G. pistilliger* в уловах донным тралом варьировала от 4,6 до 26,0 см, при средней — 18,0 см. Наиболее часто встречались рыбы длиной 17,0–22,0 см (около 65 %)

(рис. 4.2.1). По литературным данным (Токранов, 1987), у охотоморского побережья Камчатки предельный размер *G. pistilliger* составляет 27,0 см, тогда как на юге ареала у этого вида максимальная длина достигает 33,0 см (Панченко и др., 2016), а в более суровых условиях восточной части Берингова моря — лишь 20,1 см (Hoff, 2000). Вероятно, особенностями гидрологического режима обусловлено и различие в размерах, достигаемых *G. pistilliger* в разных районах обитания.

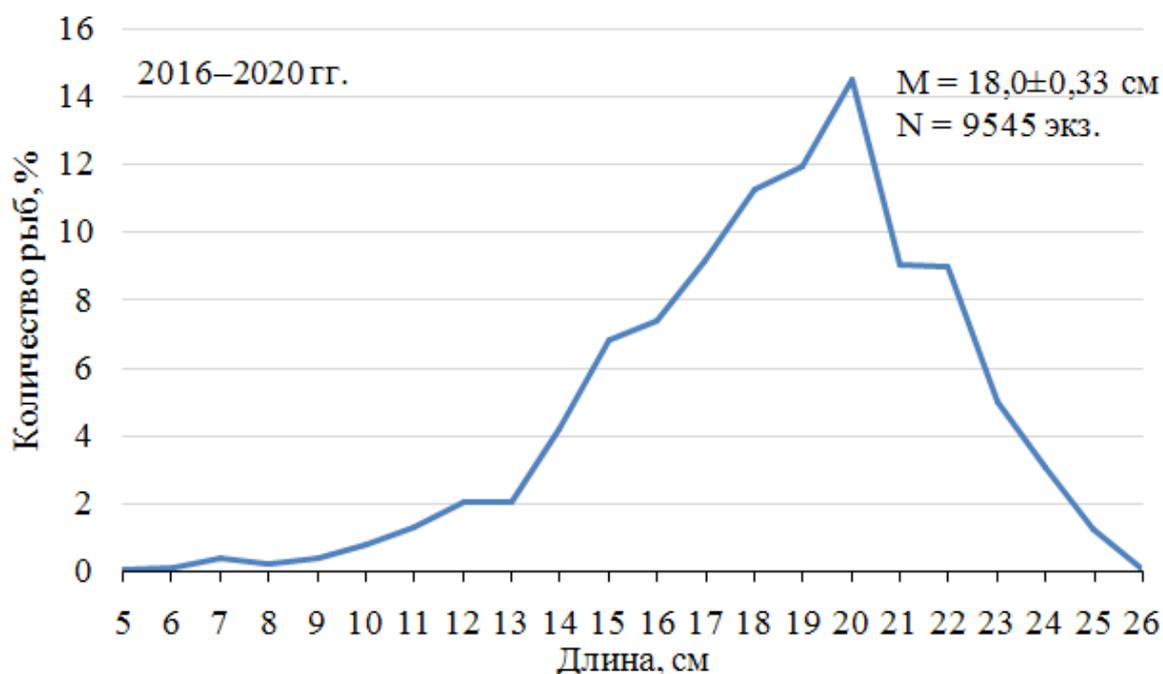


Рис. 4.2.1. Размерный состав нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* у западного побережья Камчатки в 2016–2020 гг.

У западного побережья Камчатки в период 2016–2020 гг. максимальная зарегистрированная масса *G. pistilliger* составила 200 г. В литературе указано, что масса особей этого вида может равняться 240 г (Тупоногов, Кодолов, 2014). По всей видимости, это относится к рыбам из южной части ареала, где они достигают больших размеров (Панченко и др., 2016). Основу траловых уловов у Западной Камчатки составили рыбы массой от 40 до 80 г (около 60 %), в среднем — 71 г.

Для определения зависимости массы тела от длины *TL* (или *AD*) рыбы были использованы данные по результатам выполненных ПБА. У

рассматриваемого вида массы тела имеет выраженную зависимость от длины  $TL$  или  $AD$ , которую хорошо описывает степенная функция. Величина коэффициента детерминации как при использовании  $TL$ , так и при  $AD$  была практически одинаковой (рис. 4.2.2).

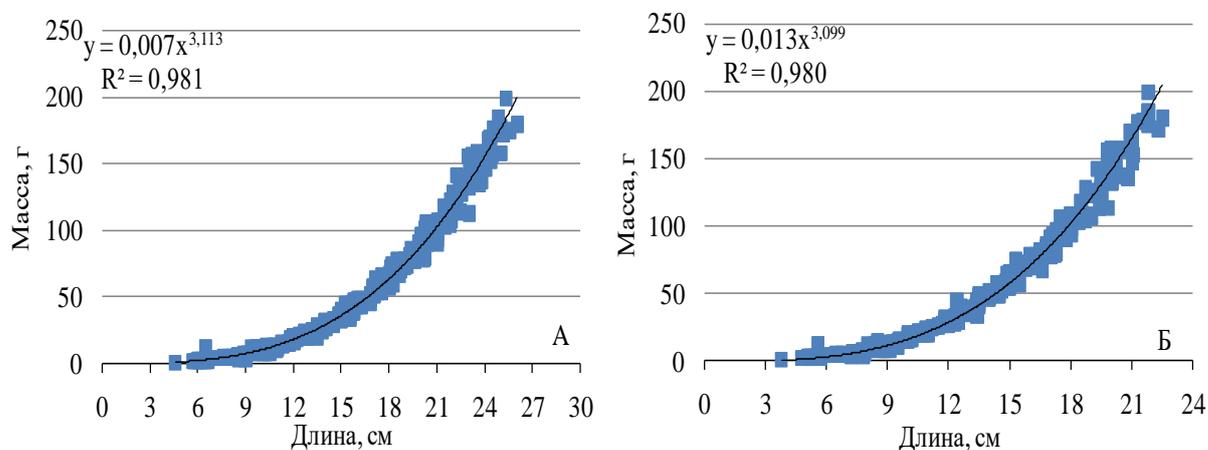


Рис. 4.2.2. Зависимость массы тела от длины (А –  $TL$ , Б –  $AD$ ) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* у западного побережья Камчатки

Поскольку подробные целенаправленные исследования *G. pistilliger* были проведены в 2017 г. (Матвеев и др., 2021), далее рассмотрены некоторые аспекты биологии этого вида на примере указанного года.

В 2017 г. длина особей *G. pistilliger* варьировала от 6,0 до 26,0 см, составив в среднем 18,6 см, что довольно близко к средней длине за последнее пятилетие. Соотношение самцов к самкам равнялось 0,4:1. Длина самок варьировала от 8,0 до 26,0 см, составив в среднем 19,5 см. Основу уловов (около 65 %) формировали особи длиной от 18,0 до 22,0 см. Средняя длина самцов была меньше, чем у самок и составила — 16,3 см, при минимальной длине 6,0 см, а максимальной — 23,0 см. В уловах доминировали особи длиной от 15,0 до 19,0 см (около 67 %). Самцы численно преобладали над самками среди рыб менее 15 см. Соотношение полов выравнивалось при увеличении длины. По достижении 18,0 см доля самок в каждом последующем сантиметровом классе возрастала вплоть до полного отсутствия самцов среди рыб длиной свыше 22,0 см (рис. 4.2.3).

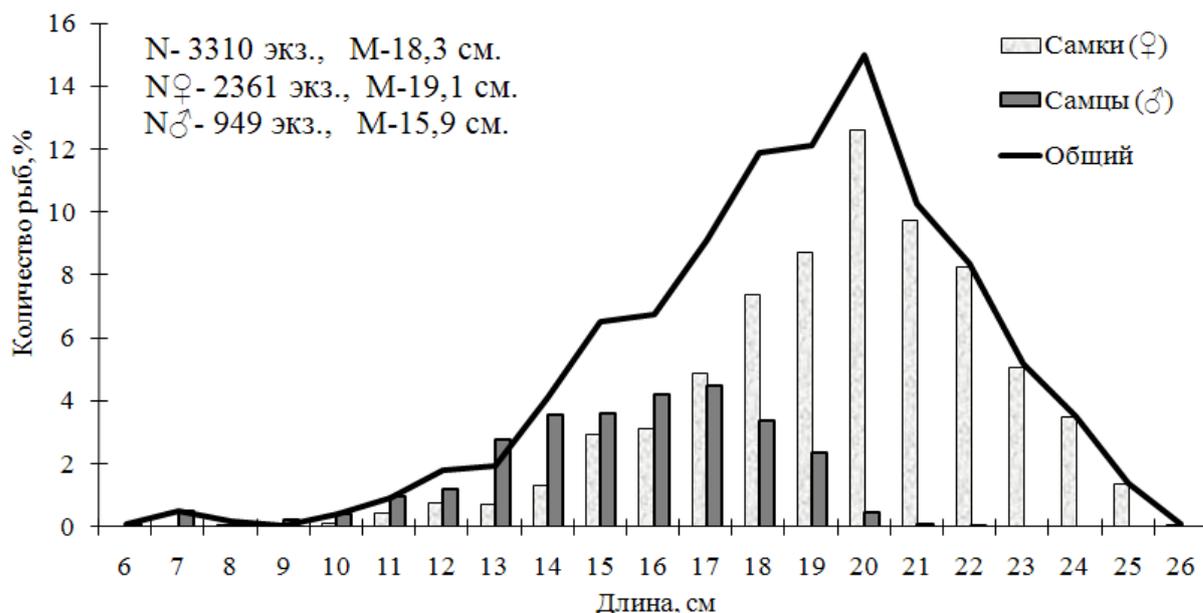


Рис. 4.2.3. Размерный состав (общий, самцов и самок) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* в июне-июле 2017 г.

Известно, что для *G. pistilliger* характерен половой диморфизм, проявляющийся, в частности, в достижении самками больших размеров, чем самцы (Токранов, 2016). И в целом, в популяциях разных районов самки численно преобладают над самцами. Это наблюдается в Беринговом (Hoff, 2000) и Японском морях (Панченко, 2012), а также отмечено в водах у западного побережья Камчатки (Токранов, 1987). Происходит это за счет повышения с возрастанием размеров, доли самок в нерестовой части популяции, в связи с большей продолжительностью жизни последних (Токранов, 1987, 2016; Панченко, 2012). По всей видимости, преобладание самок в популяциях *G. pistilliger* является составной частью жизненной стратегии вида.

Рассматривая динамику размерных показателей по диапазонам глубин, стоит отметить, что широкий размах общей длины у рыб обоих полов отмечался на глубинах от 14 до 40 м. С возрастанием глубины, размерный ряд варьировал заметно ниже, особенно среди самцов. В целом, размеры и, соответственно, масса тела рыб с глубиной повышались (рис. 4.2.4). Предыдущими исследователями ранее также отмечалась выраженная

вертикальная зональность размерных групп (Токранов, 1981б, 1987; Федоров, 2000). Подобные различия в батиметрическом распределении разноразмерных особей *G. pistilliger* описаны и в южной части ареала (Панченко, Зуенко, 2009; Панченко и др., 2020).

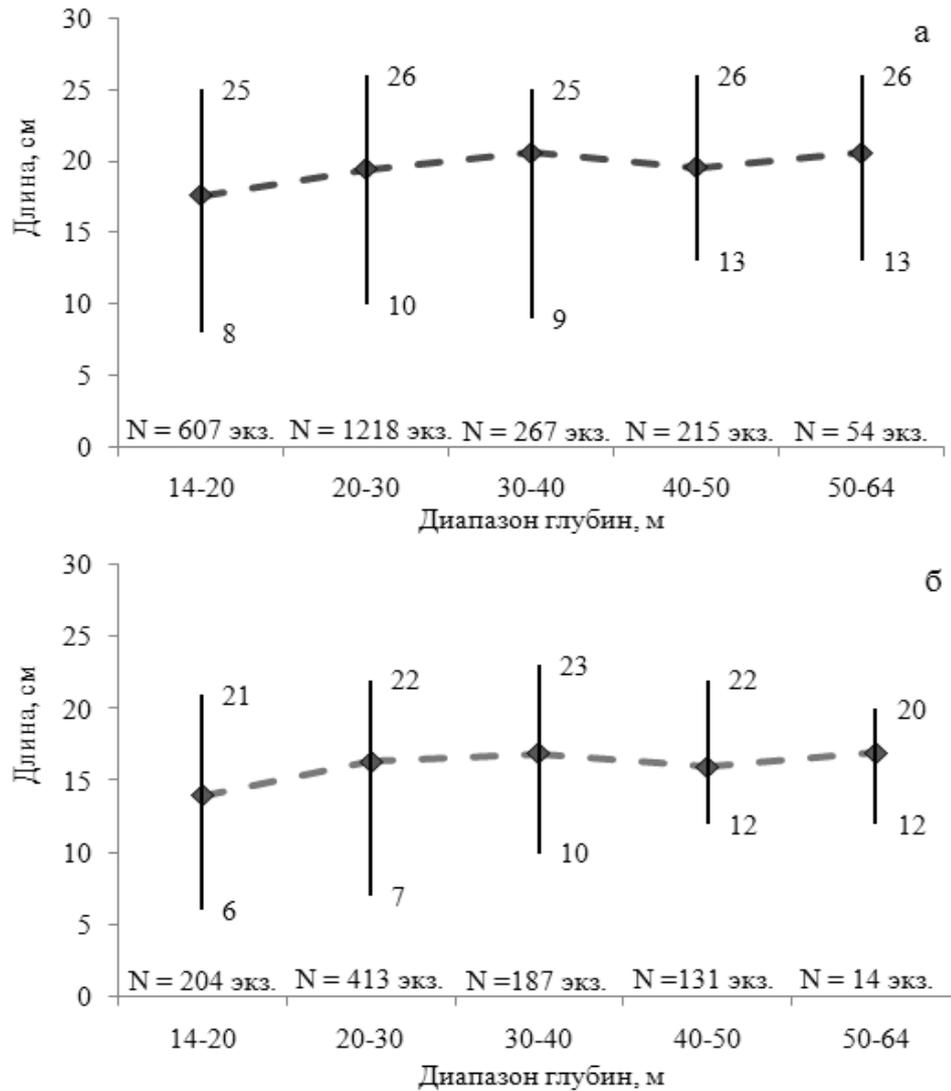


Рис. 4.2.4. Предельные и средние размеры самок (а) ( $M = 17,6, 19,4, 20,6, 19,6, 20,6$  см, соответственно по диапазонам) и самцов (б) ( $M = 14,0, 16,3, 16,9, 16,0, 17,0$  см, соответственно по диапазонам) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* в разных диапазонах глубин на западнокамчатском шельфе в июне-июле 2017 г.

Соотношение полов в летний период в разных диапазонах глубин у *G. pistilliger* было не одинаково. Учитывая, что в целом, в уловах доминировали самки (более 73 %), наиболее сильно их преобладание

отмечено в диапазонах глубин 14–20 м (около 81 %) и 21–40 м (более 70 %). Высокая доля самцов прослеживалась в интервале глубин 40–64 м (рис. 4.2.5).

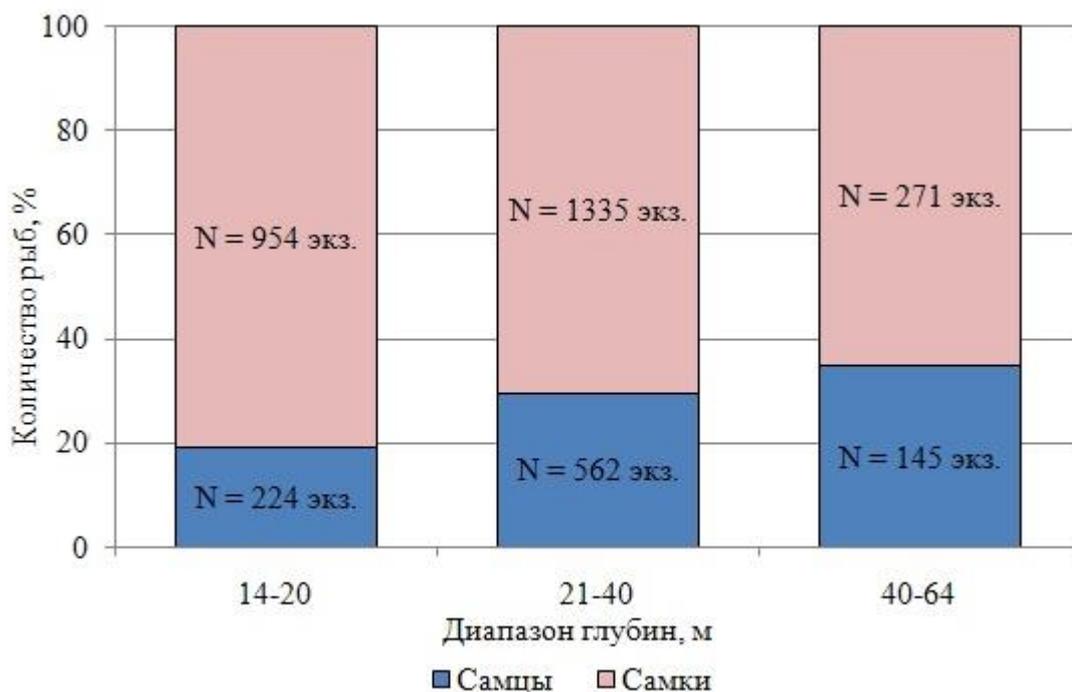


Рис. 4.2.5. Соотношение полов нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* по диапазонам глубин на западнокамчатском шельфе в июне-июле 2017 г.

Как показано на рисунке 4.2.5, нами была продемонстрирована достаточно выраженная тенденция к уменьшению доли самок с возрастанием глубины. Аналогичная (только более ярко выраженная) картина снижения летом доли самок с увеличением глубины отмечалась ранее и в Беринговом море (Hoff, 2000). По всей видимости, для северных районов подобное распределение полов в летний период является характерным. Между тем на юге ареала, в заливе Петра Великого, отмечена обратная тенденция: летом с возрастанием глубины доля самок увеличивается (Панченко и др., 2020).

Резкие различия в вертикальном распределении *G. pistilliger* (в целом и между полами) между «северными» районами и Японским морем, вероятно, вызваны их гидрологическими особенностями. Если в восточной части Берингова и Охотского морей температура в пределах 2–12 °С в летний период характерна именно для верхнего 50-м слоя (Морошкин, 1966;

Арсеньев, 1967), то в Японском море температура верхних 20–30 м может достигать 22–24 °С (Зуенко, 2008), что видимо неприемлемо для *G. pistilliger*. На крайнем юге своего ареала данный вид находит условия для нормального существования, уходя на большие глубины.

Для прикамчатских вод имеются данные о размножении *G. pistilliger*. Нерест этого вида происходит зимой в декабре–январе на глубинах 80–110 м при слабоположительной (1,0–1,2 °С) температуре придонных вод (Токранов, 1987). К сожалению, автор не приводит данные о соотношении полов во время нереста. Тем не менее, есть сведения из залива Петра Великого (Японское море), что на преднерестовых скоплениях соотношение полов близко 1:1, хотя в нагульный период самок было всегда больше (Вдовин и др., 1994). Таким образом, можно предположить, что в летний, нагульный период увеличение доли самцов с глубиной в северных областях ареала вызвано смещением части самцов в сторону нерестилищ, куда они подходят раньше самок. В заливе Петра Великого (а, возможно, и в целом в южной части ареала) нерест, также приуроченный к холодному периоду года, происходит на гораздо меньших глубинах верхней части шельфа (Вдовин и др., 1994; Панченко и др., 2020).

Отолиметрия и возрастной состав. Отолиты представляют собой стабильные структуры, не подверженные кратковременной изменчивости. Их функция связана с обеспечением равновесия и слуха животных (Cardin, Friedland, 2005). Известно, что форма отолита видоспецифична. Во всём мире на протяжении последних десятилетий широко развивается направление, результаты которого позволяют дифференцировать группировки рыб на основе эйдономических признаков (форме отолитов и совокупности различных их параметров). Большинство этих исследований основаны на методах морфометрии (Хрусталёв, Павлов, 2000; Орлов, Афанасьев, 2013; Lombarte, Castellon, 1991; Campana, 2004; Svetocheva et al., 2007; Ilkuz et al., 2011). Многие авторы сходятся во мнении, что морфология отолитов — это эффективный инструмент для дифференциации видов и популяций рыб,

который может применяться как совместно с генетическими исследованиями, так и отдельно от них (Павлов, 2016; Campana, Casselman, 1993; Cardinale et al., 2004; Stransky, MacLellan, 2005). В целом, отолиты являются надёжными фенотипическими маркёрами, область применения которых довольно широка и перспективна.

Единственные современные сведения по отолитометрии и возрасту для видов рода *Gymnocanthus*, на которые можно ориентироваться при сравнении полученных результатов, относятся к рыбам, обитающим в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья (Японское море) (Шелехов, Панченко, 2007; Панченко, 2012, 2013).

Перед тем как рассматривать различные зависимости линейных параметров отолитов, необходимо выяснить есть ли отличия между левым (*L*) и правым (*R*) слуховым камешком. Используя метод попарного сравнения для каждого морфологического параметра отолита, выполнили тестирование имеющейся у нас выборки («pairwise.t.test» в среде R) на примере *G. pistilliger*. Как показано на рисунке 4.2.6, статистически значимые отличия размеров (длины (*TLs*), ширины (*Hs*), толщины (*Ts*)) и массы (*Ws*) между *L* и *R* отолитом отсутствовали. Уровень значимости различий (*p*-value) в среднем всегда превышал 0,9. Подобные закономерности ранее были отмечены и у других видов рыб (Мина, 1967; Орлов, Афанасьев, 2013; Павлов, 2016). Таким образом, мы допускаем, что у всех рассматриваемых в этой работе видов рогатковых рыб будет наблюдаться аналогичная закономерность. Далее мы этого вопроса касаться не будем. Для последующего анализа использованы морфологические параметры преимущественно левого отолита, а в случае если он был повреждён или отсутствовал — правого.

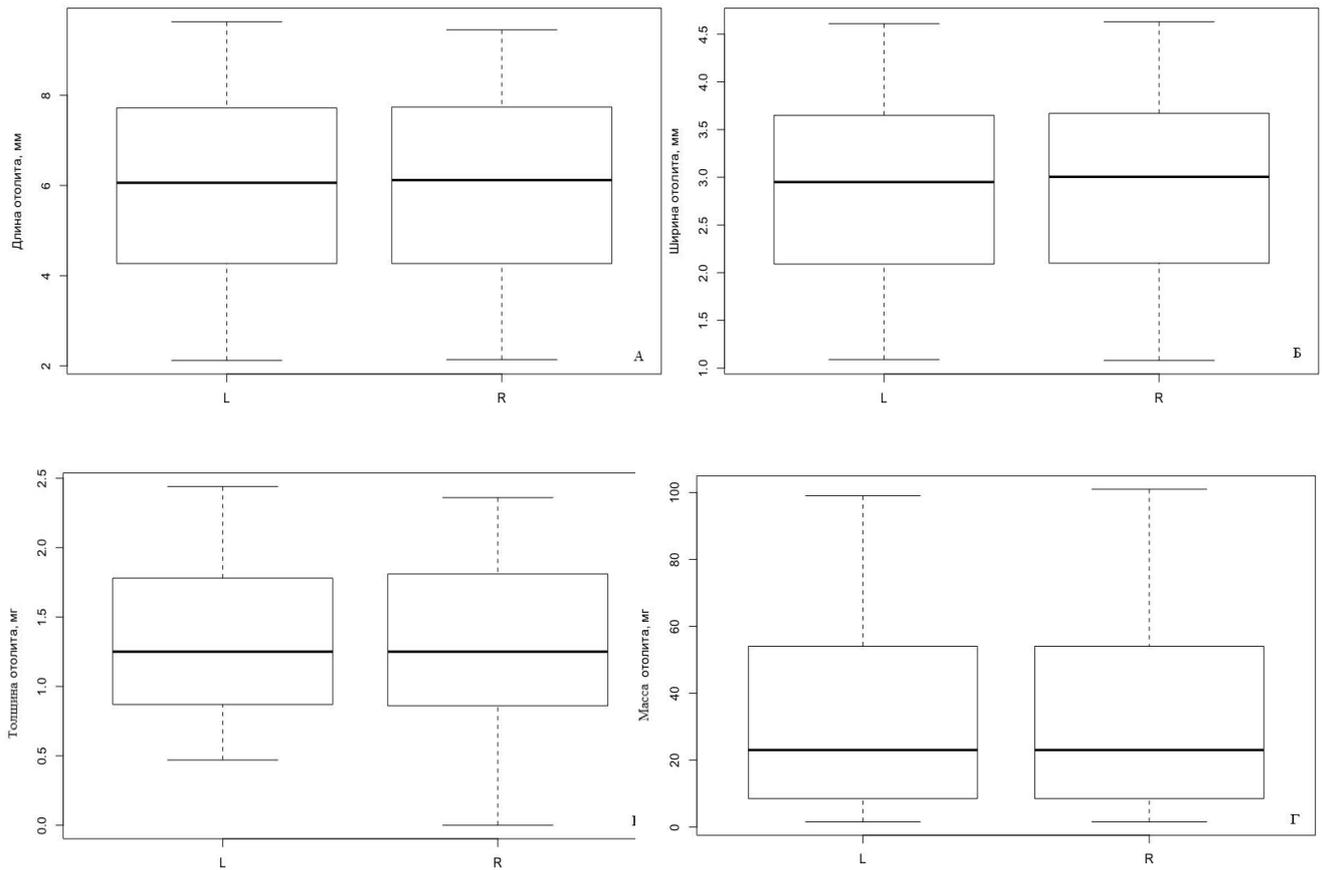


Рис. 4.3.6. Попарное сравнение морфологических параметров (длина ( $TLs$ ) – А, ширина ( $Hs$ ) – Б, толщина ( $Ts$ ) – В и масса ( $Ws$ ) – Г) левых ( $L$ ) и правых ( $R$ ) отолитов нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

Далее была предпринята попытка проанализировать наличие закономерностей между различными эйдономическими показателями отолитов ( $TLs$ ,  $Hs$ ,  $Ts$  и  $Ws$ ) и размерными, весовыми и возрастными характеристиками рыб исследуемого вида. Чтобы определить наиболее значимую связь с максимально высоким коэффициентом детерминации, мы построили корреляционные поля с морфологическими параметрами отолитов и длиной особей ( $TL$ ). Полученные нами связи хорошо описываются степенной функцией. Как видно на рисунке 4.2.7, из проведённых измерений отолитов, все показатели имели высокую корреляцию с длиной рыб ( $R^2 > 0,9$ ). Однако самый высокий коэффициент детерминации был отмечен в паре  $Ws-TL$ , а среди линейных измерений —  $Hs-TL$  рыбы.

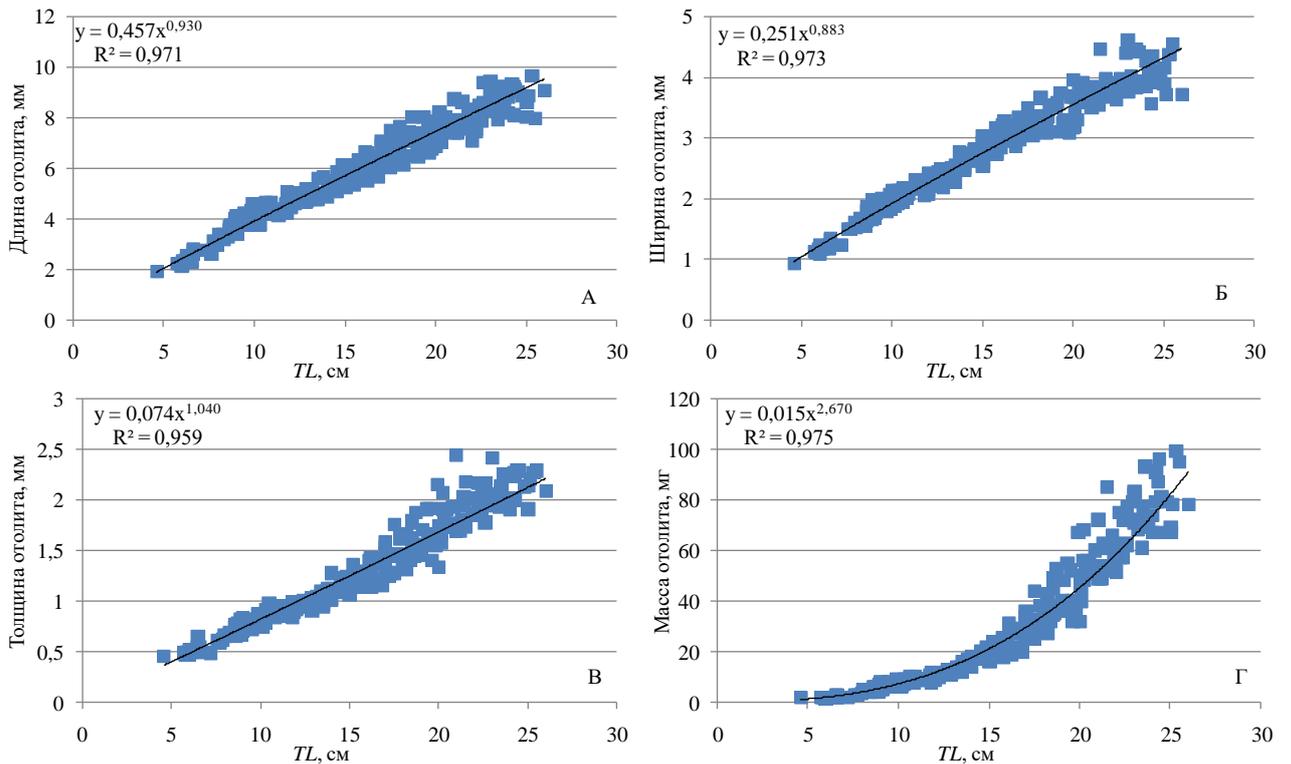


Рис. 4.2.7. Зависимость морфологических параметров отолига (длины – А, ширины – Б, толщины – В и массы – Г) от длины тела ( $TL$ ) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

Дополнительно были построены корреляционные поля с морфологическими параметрами отолигов и длиной особей ( $AD$ ). Также как и в случае с  $TL$ , все они имели высокую взаимосвязь с длиной рыб ( $R^2 > 0,9$ ). Стоит отметить, что при рассмотрении зависимости  $Ts-AD$ , коэффициент детерминации был выше, чем у аналогичной связи с использованием длины  $TL$ .

Ранее В.В. Панченко (2012) отмечал высокую взаимосвязь между морфологическими характеристиками отолигов и длиной рыб. Он также указывал, что «...наиболее же высокую корреляцию с длиной рыб у каждого из видов стабильно имел не один какой-либо показатель, а сумма линейных измерений» (Панченко, 2012, с. 245). Проведённые нами исследования показали аналогичный результат (рис. 4.2.8). Как в случае с  $TL$ , так и с  $AD$  показателями отмечены наиболее выраженные зависимости с суммой трёх измерений отолигов ( $3Ls$ ).

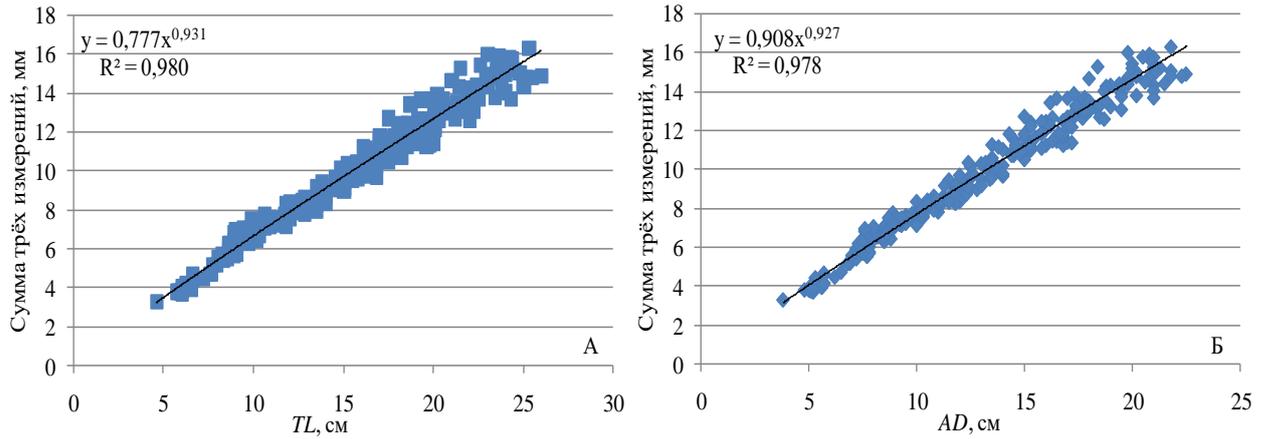


Рис. 4.2.8. Зависимость суммы линейных измерений отолита ( $3Ls$ ) от длины тела ( $TL$  – А,  $AD$  – Б) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

По аналогии с длинами ( $TL$  и  $AD$ ), мы рассмотрели зависимости отдельных параметров отолитов и их суммы ( $3Ls$ ) от массы особей рассматриваемого вида. Наиболее высокие коэффициенты детерминации отмечались в парах —  $Ws$ –масса рыбы и  $3Ls$  –масса рыбы (рис. 4.2.9).

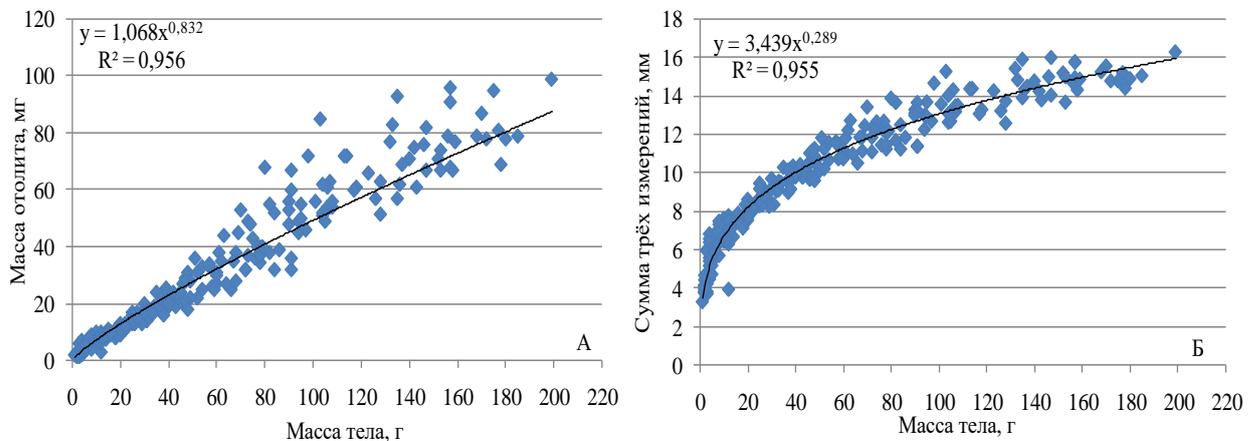


Рис. 4.2.9. Зависимость массы отолита ( $Ws$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3Ls$ ) (Б) от массы тела нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

В целом, представленные выше закономерности вполне логично объясняются физиологическим предназначением отолитов, а именно — обеспечением равновесия животного. В случае измерений отдельных линейных параметров  $L$  и  $R$  отолита можно заметить, что они крайне редко совпадают. Чаще всего наблюдается своего рода «взаимокомпенсация»

размеров, к примеру —  $L$  отолит длиннее, но тоньше, чем  $R$ , тогда как последний наоборот чуть короче, но шире.

Что касается возраста *G. pistilliger*, то по сведениям из литературных источников известно, что в прикамчатских водах самцы достигают возраста 11, самки – 13 лет (Токранов, 1987). Тогда как В.В. Панченко (2012) для южной части ареала указал максимальный возраст особей 7 и 10 лет, соответственно. Полученные нами данные лишь частично соответствуют вышеуказанным сведениям. По результатам выполненных определений, методика которых подробно описана в разделе 2.2, максимальный возраст самцов *G. pistilliger* не превышал 10, а самок — 11 лет. Для получения более точных оценок определение возраста произвели по тонким шлифам и спилам отолитов.

Таким образом, наши оценки отличаются от вышеуказанных литературных сведений — с одной стороны максимальный возраст самцов был близок к оценкам А.М. Токранова (1987), с другой — возраст самок почти соответствует данным приведенным В.В. Панченко (2012). Также в своих работах оба автора (Токранов, 1987; Панченко, 2012) указывают на разницу максимальных возрастов для особей разных полов — 2–3 года. Однако по нашим данным она была меньше и составила 1–2 года.

Стоит сказать, что у рыб младших возрастов годовые кольца вполне различимы на целом отолите (рис. 4.2.10). У крупных особей даже на тонком шлифе подсчёт колец достаточно проблематичен и в случае с максимальными возрастaми вероятность ошибки высока. Это объясняется постепенным уплотнением зон роста от центра отолита к его краю.



Рис. 4.2.10. Общий вид отолигов ( $TL$ s: А – 2,22; Б – 2,51; В – 4,34; Г – 4,39; Д – 6,21; Е – 6,51; Ж – 6,80; З – 7,80; И – 8,61; К – 8,85; Л – 8,83; М – 9,45 мм) ничтатого шлемоноса *Gymnocanthus pistilliger* и их шлифов (спилов) с указанием длины ( $TL$ ) и возраста рыб (стрелками и точками обозначены годовые отметки)

Определённую ценность представляют сами изображения отолигов рыб (Lombarte et al., 2006). В дальнейшем, их обработка с помощью современного графического и статистического программного обеспечения, позволит

рассмотреть популяционную структуру, а также отдельные вопросы биологии этих видов. Изменчивость формы отолитов представлена на рисунке 4.2.10. У *G. pistilliger* плотные, «каплеобразные» отолиты среднего размера, слуховая борозда обычно отчётливо различима у взрослых рыб. Средняя длина отолита около 5,0–6,0 мм, при минимальном измеренном нами размере — 1,9 мм и максимальном — 9,6 мм. Масса отолитов варьировала от 1,5 до 99,0 мг, и в среднем составляла 29,7 мг.

Проведя анализ зависимости длины ( $TL$  и  $AD$ ) от возраста, стоит отметить, что полученное уравнение для  $TL$  характеризовалось более низкой величиной коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,928$ ), чем при аналогичной связи с использованием параметра  $AD$  ( $R^2 = 0,932$ ) (рис. 4.2.11).

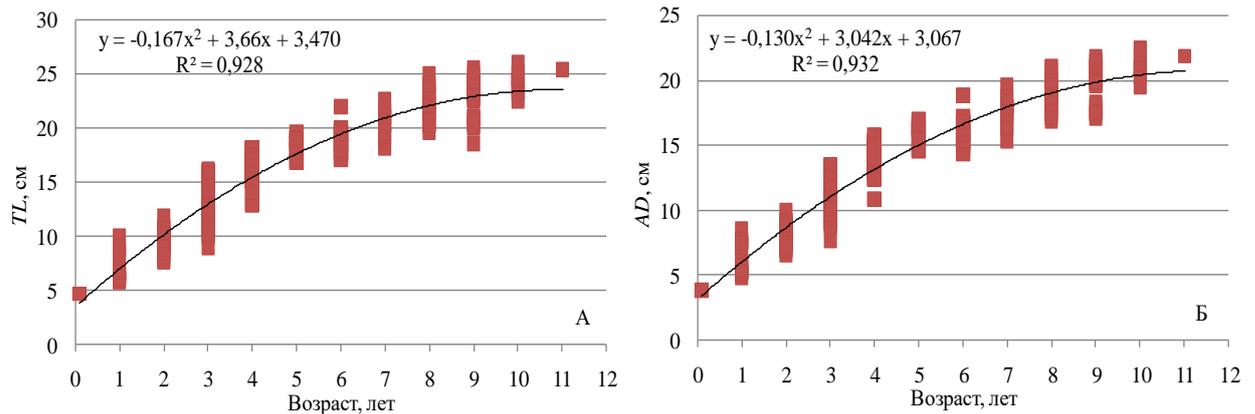


Рис. 4.2.11. Зависимость длины  $TL$  (А) и  $AD$  (Б) от возраста нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

Рассматривая зависимости морфологических характеристик отолитов от возраста рыб, относительно высокие показатели связи были отмечены по всем параметрам, за исключением —  $Hs$ –возраст рыб ( $R^2 < 0,9$ ). Наиболее высокие величины коэффициента детерминации были отмечены в двух парах —  $Ws$ –возраст и  $3Ls$ –возраст рыб (рис. 4.2.12).

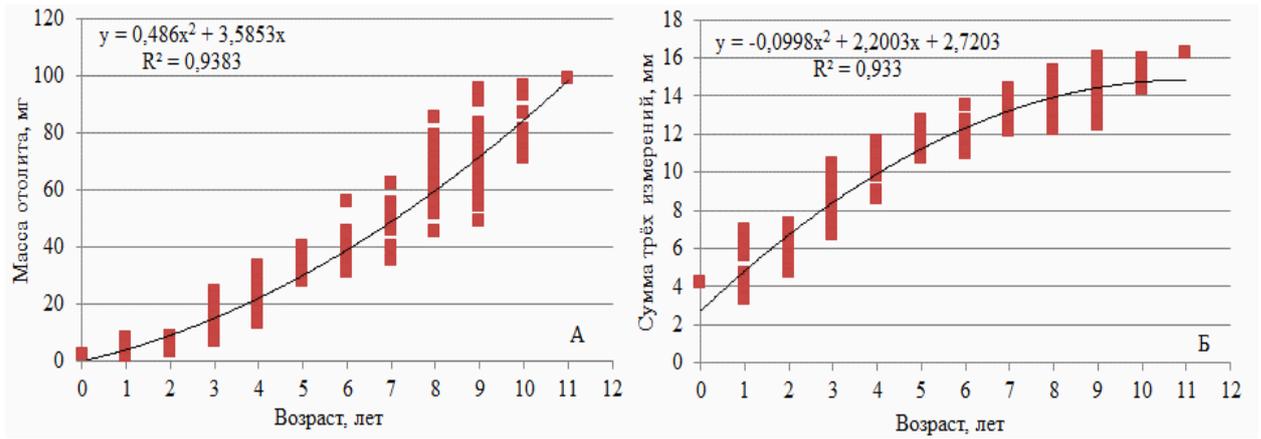


Рис. 4.2.12. Зависимость массы отолида ( $W_s$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3L_s$ ) (Б) от возраста нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger*

По мнению ряда авторов, использование массы отолида вполне достаточно, чтобы оценить возрастную структуру популяции с той же степенью точности, что и методом подсчёта колец (Pawson, 1990; Cardinale et al., 2004). Причём классические методы определения возраста обычно более эффективны при работе с особями старших возрастов, тогда как использование массы отолида позволяет получить достаточно точную оценку возраста для младших возрастных групп (Worthington et al., 1995).

Как показано выше, наиболее сильная зависимость выявлена в отношении массы отолида и возраста рыбы. Учитывая это, выполнили дополнительную статистическую обработку данных с целью отобразить значения средней, отклонения от средней и стандартной ошибки для каждого возрастного класса и рассмотреть возможность применения массы отолида как базового показателя экспресс-метода для определения возраста (рис. 4.2.13). В полной мере оценить этот подход нам не удалось, в связи с недостаточным количеством рыб самых младших возрастных групп. Однако, в целом, эту схему можно использовать как «ориентир» в случае, когда возникают сомнения к какой возрастной группе отнести особь *G. pistilliger*, а также для сравнительного анализа популяций.

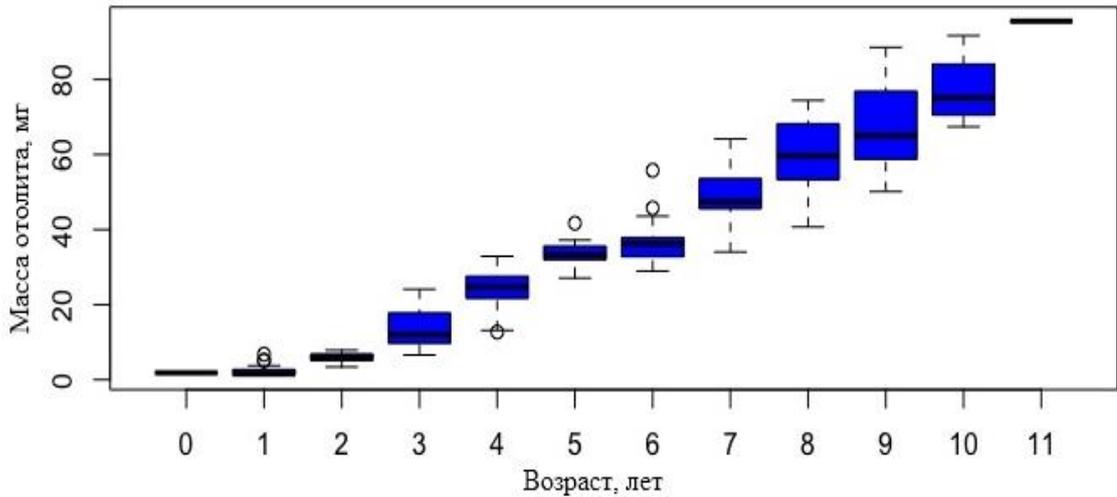


Рис. 4.2.13. Распределение массы отолига ( $W_s$ ) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* по возрастам

В тоже время, определение массы отолитов, особенно у молодежи, подразумевает наличие точного лабораторного оборудования. В полевых условиях это может быть крайне затруднительно. Тем не менее, напомним, что помимо массы отолитов, высокая взаимосвязь также отмечалась при использовании  $3Ls$  и возраста рыбы ( $R^2 = 0,933$ ). Исходя из этого, также, как и в предыдущем случае была выполнена статистическая обработка данных с целью оценить возможность применения  $3Ls$  в качестве базового параметра экспресс-метода для определения возраста (рис. 4.2.14). Несмотря на недостаточное количество данных для отдельных возрастных групп, использование связи  $3Ls$  и возраста рыб в качестве «ориентира» вполне применимо. К тому же в полевых условиях проводить необходимые измерения отолитов технически гораздо проще, так как нужен лишь штангенциркуль.

Также отметим, что подобные графические схемы можно создавать с разделением по гендерному признаку, однако для этого потребуется значительно большее количество первичных данных, которыми мы на сегодняшний день, к сожалению, не обладаем.

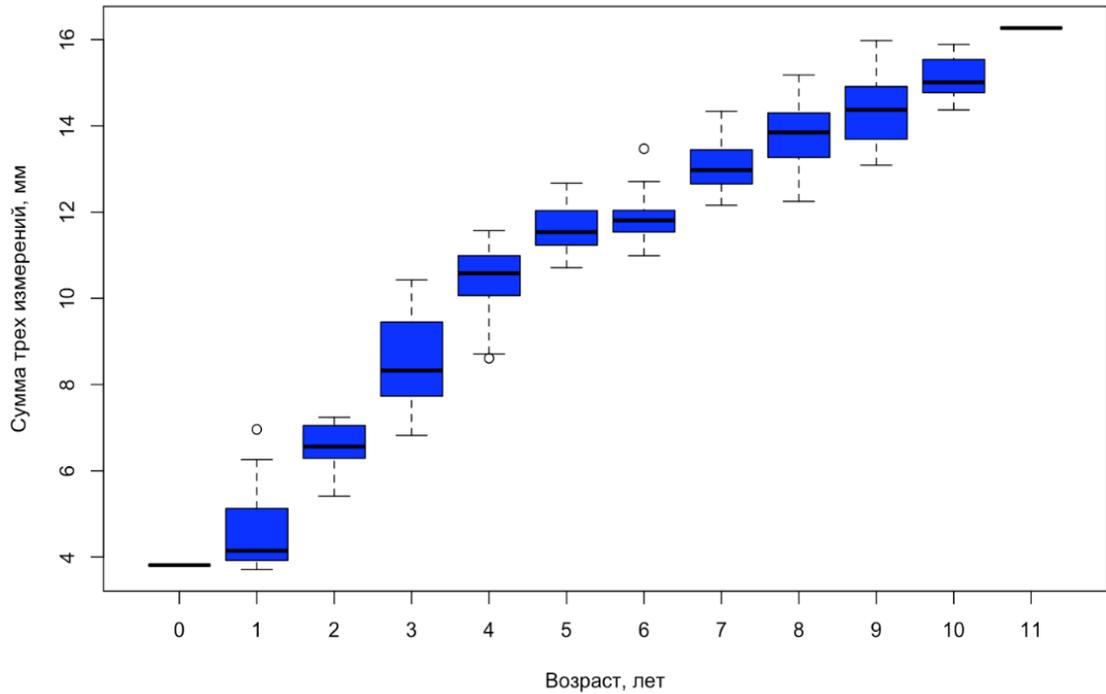


Рис. 4.2.14. Распределение суммы трёх измерений отолита ( $3L_s$ ) нитчатого шлемоноса *Gymnocanthus pistilliger* по возрастам

Как в России, так и во всём мире, в рыбохозяйственной науке широко используются и имеют важное прикладное значение — размерно-возрастные ключи. Существуют различные вариации их компоновок (Чугунова, 1959; Cardinale, 2000), однако наиболее распространённым является ключ, построенный по длине  $AC$  (в нашем случае  $TL$ ) и возрасту рыб. Поскольку в опубликованных работах отсутствуют какие-либо размерно-возрастные ключи для *G. pistilliger* исследуемого района, то для пересчёта размерного состава уловов нами был построен такой ключ (табл. 4.2.1). Используя его, получили возрастной состав *G. pistilliger* по данным массовых промеров, выполненных в летний период 2017 г. (рис. 4.2.15). В указанном году более 36 % измеренных рыб имели возраст 3+–4+ и около 42 % особей были в возрасте от 6+–8+ лет.

Размерно-возрастной ключ по длине ( $TL$ ) нитчатого шлемоносца  
*Gymnocanthus pistilliger* обитающего у Западной Камчатки

$TL$ , см	Возраст, лет												%
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
4													
5	50,0	50,0											100
6		100,0											100
7		100,0											100
8		40,0	60,0										100
9		36,4	59,1	4,5									100
10		6,3	87,5	6,3									100
11			52,9	47,1									100
12			8,3	91,7									100
13				90,9	9,1								100
14				92,3	7,7								100
15				91,7	8,3								100
16				46,2	53,8								100
17				13,3	60,0	13,3	13,3						100
18					53,8	15,4	23,1	7,7					100
19					15,4	30,8	46,2	7,7					100
20						8,3	41,7	33,3	8,3	8,3			100
21								35,7	28,6	35,7			100
22							8,3	33,3	50,0	8,3			100
23								7,7	30,8	46,2	15,4		100
24									44,4	33,3	22,2		100
25									11,1	44,4	44,4		100
26										25,0	50,0	25,0	100
27													

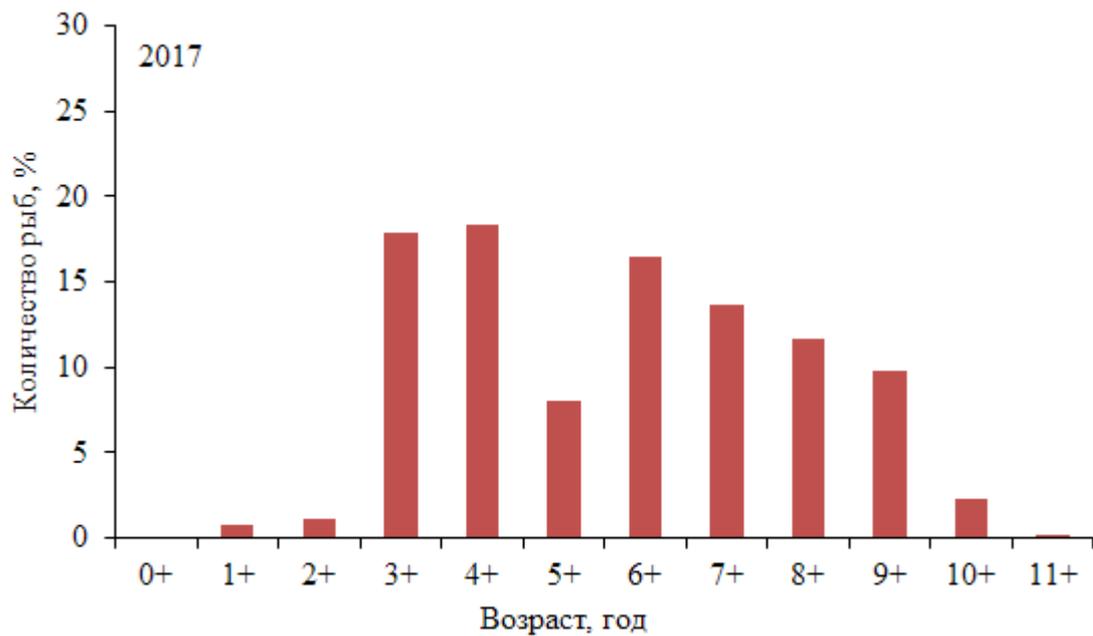


Рис. 4.2.15. Возрастной состав нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* у западного побережья Камчатки в июне-июле 2017 г.

### 4.3. Охотский (широколобый) шлемоносец *Gymnocanthus detrisus*

Длина особей исследуемого вида в уловах донным тралом варьировала от 8,0 до 41,0 см, средняя — 30,2 см. Основу уловов составили рыбы длиной 30,0–36,0 см (около 70 %) (рис. 4.3.1). В ранее опубликованных работах имеются сведения о поимках особей, максимальные размеры которых достигали 42,0 см (Токранов, 1985а; Тупоногов, Кодолов, 2014), что в целом не противоречит имеющимся у нас данным.

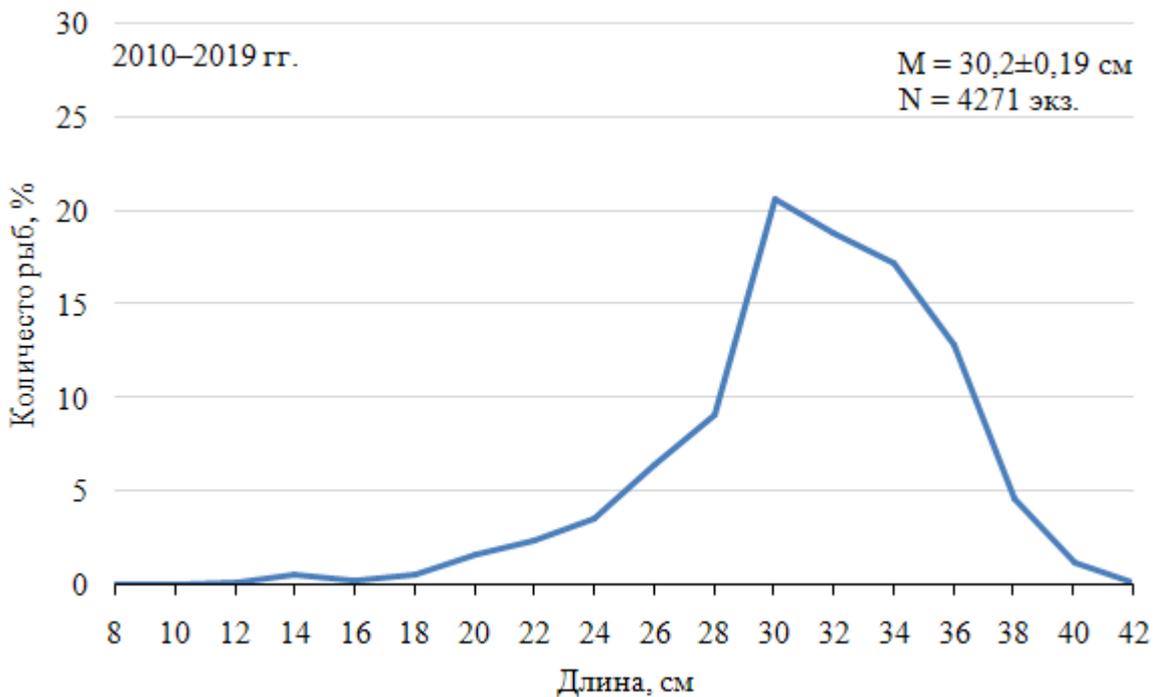


Рис. 4.3.1. Размерный состав широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

Анализируя размерный состав *G. detrisus* в последние годы проведения траловых съёмок, были отобраны только те рейсы, в которых выполнено наибольшее количество промеров рыб (МП). Размерный состав *G. detrisus* в уловах донным тралом в 2016 г. варьировал от 13,0 до 40,0 см и в среднем составил 30,8 см (рис. 4.3.2). Около 70 % выловленных особей имели длину от 30,0 до 36,0 см. В 2017 и 2018 гг. средняя длина исследуемого вида увеличилась до 31,2 и 31,1 см, соответственно. В 2017 г. были отмечены рыбы максимальных размеров — 41,0 см. Также, как и в 2016 г., модальную группу

формировали особи длиной 30,0–36,0 см, их доля в 2017 г. превышала 77 %, а в следующем году снизилась до 69 %. Стоит отметить, что, в 2018 г. выделялась размерная группа 24,0–28,0 см, суммарный вклад которой составил более 20 %.

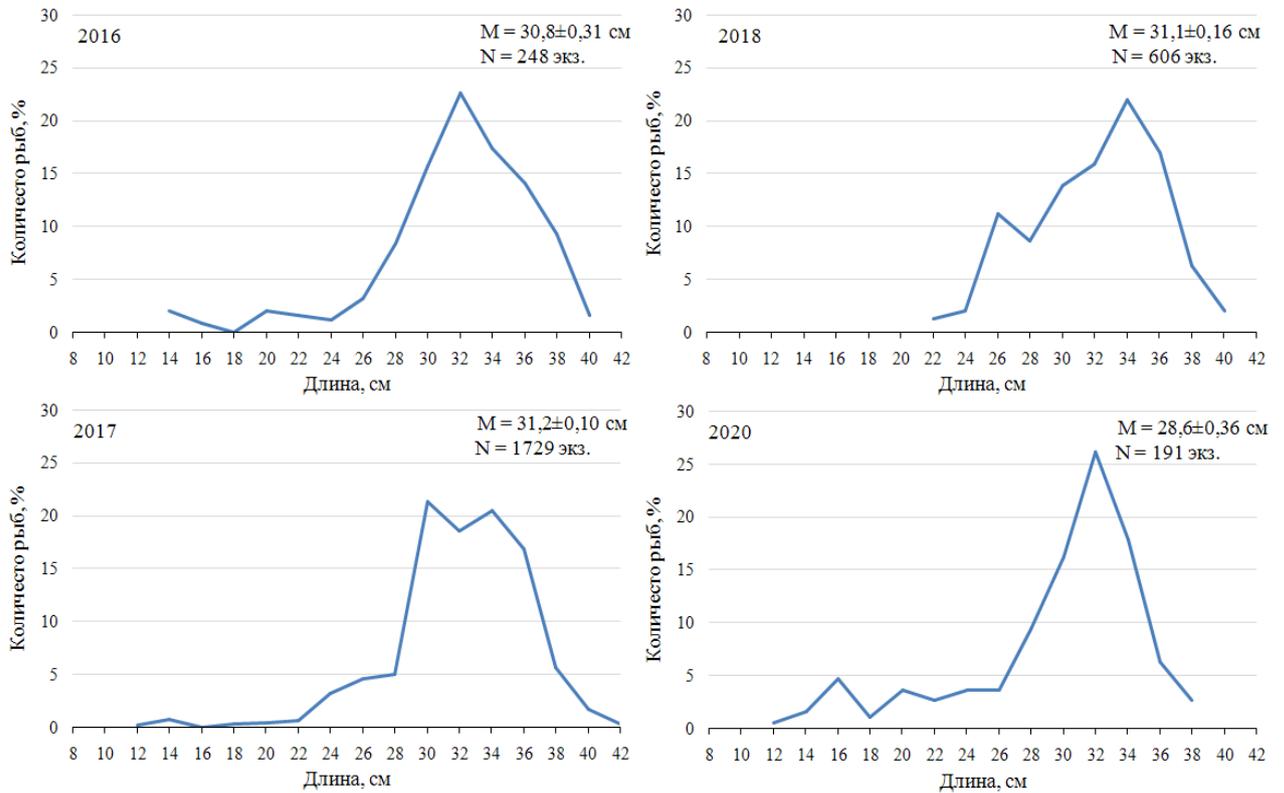


Рис. 4.3.2. Размерный состав широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки по годам исследований

В 2020 г. размерный состав *G. detrisus* в уловах варьировал от 12,0 до 40,0 см, в среднем — 28,6 см, что является наименьшим показателем за последние годы. Основу уловов составляли особи от 28,0 до 34,0 см, их доля была близка 70 %. Также выделялась размерная группа 14,0–18,0 см, вклад которой составил около 7,5 %.

У западного побережья Камчатки в период проведения исследований максимальная зарегистрированная масса тела *G. detrisus* составила около 750 г, что также заметно ниже, чем в опубликованных ранее работах, где он достигает 910 г (Токранов, 1985а) или 900 г (Тупоногов, Кодолов, 2014). Основу уловов составляли рыбы массой от 200 до 500 г (более 72 %),

в среднем — 330 г. В целом, полученные нами сведения хорошо согласуются с данными А.М. Токранова (1985а).

С помощью степенной функции были получены уравнения зависимости массы целой рыбы от длины  $TL$  и  $AD$  исследуемого вида (рис. 4.3.3). Высокая взаимосвязь параметров отмечена при использовании обеих длин ( $TL$  или  $AD$ ). Однако, также, как и в случае с *G. pistilliger*, наиболее высокий коэффициент детерминации ( $R^2 = 0,976$ ) был характерен для зависимости масса особи– $TL$ .

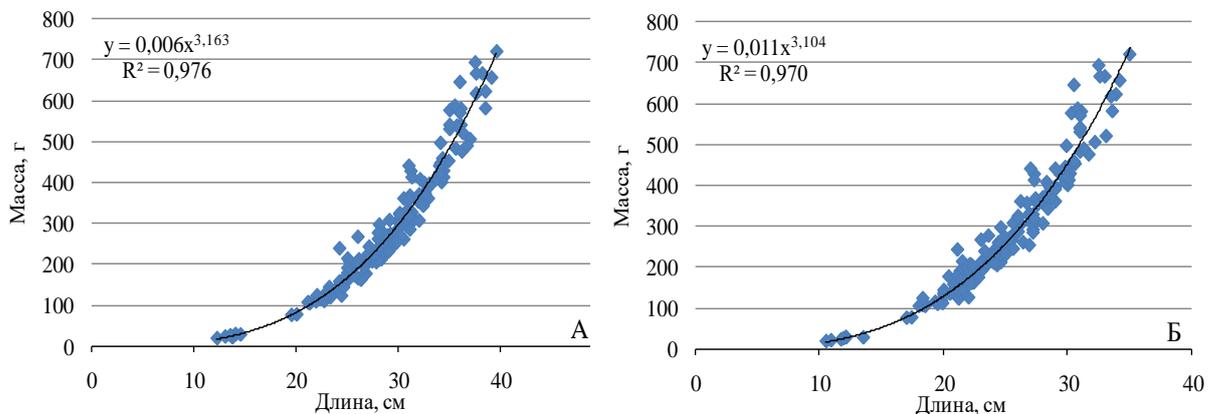


Рис. 4.3.3. Зависимость массы тела и длины (А –  $TL$ , Б –  $AD$ ) широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки

Отолитометрия и возрастной состав. По аналогии с вышеописанным видом было проанализировано наличие закономерностей между эйдономическими показателями отолитов и размерными, весовыми и возрастными характеристиками *G. detrisus*. Корреляционные поля с морфологическими параметрами слуховых камешков и длиной особей ( $TL$ ) приведены на рисунке 4.3.4. Как и в предыдущем случае, полученные связи хорошо описываются степенной функцией. Из выполненных измерений отолитов, все показатели имели выраженную зависимость от длины рыб ( $R^2 > 0,8$ ). Самый высокий коэффициент детерминации был отмечен в паре  $Ws-TL$  ( $R^2 > 0,9$ ), а среди линейных измерений (в отличие от *G. pistilliger*) —  $TLs-TL$  рыбы (рис. 4.3.4). Можно предположить, что дальнейшее накопление данных по отолитометрии исследуемого вида позволит уточнить полученные результаты.

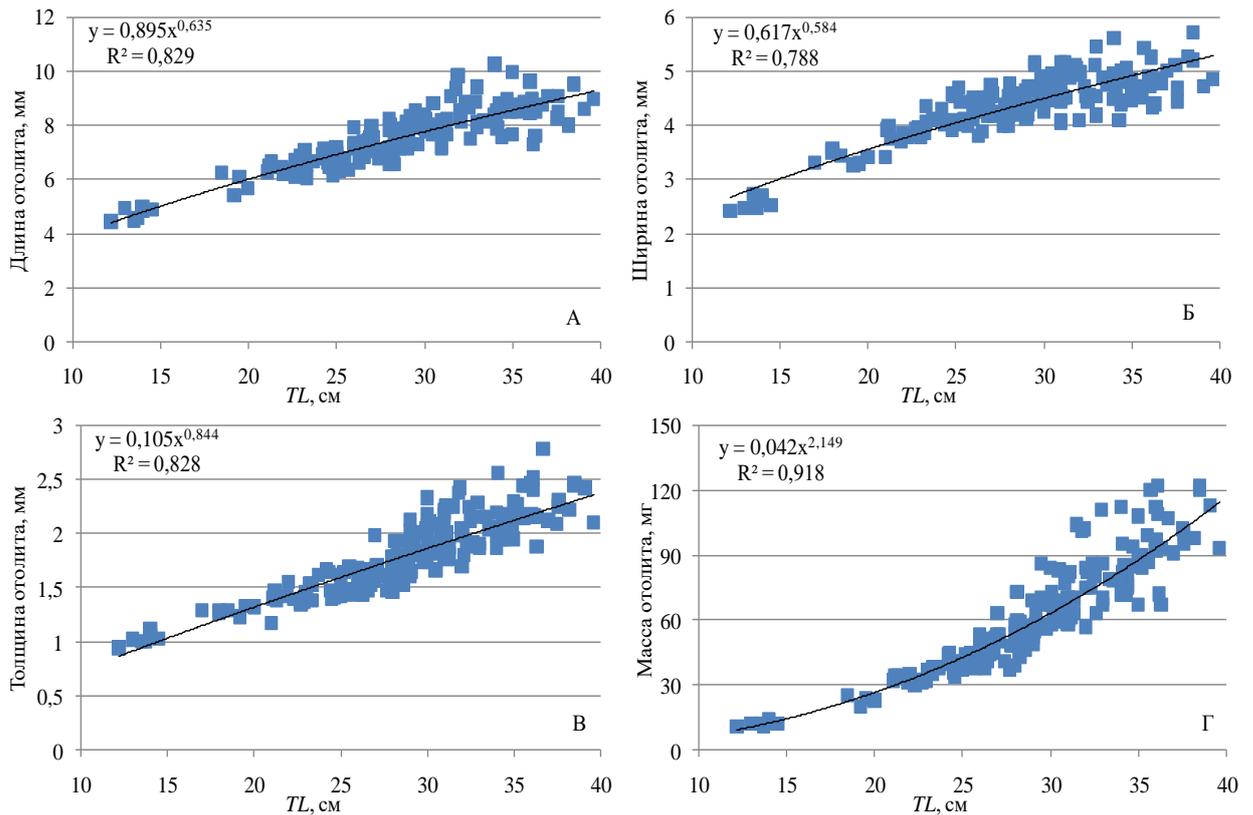


Рис. 4.3.4. Зависимость морфологических параметров отолида (длины – А, ширины – Б, толщины – В и массы – Г) от длины тела ( $TL$ ) широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus*

Дополнительно были построены корреляционные поля с морфологическими параметрами отолидов и длиной особей ( $AD$ ). Также как и в случае с  $TL$ , все они имели относительно высокую корреляцию с длиной рыб ( $R^2 > 0,8$ ), а в случае с  $Ws$  —  $R^2 > 0,9$ .

Как и в случае с *G. pistilliger* были построены корреляционные поля с использованием  $3Ls$  и длиной рыб (рис. 4.3.5). Проведённые исследования показали в обеих закономерностях наличие значимых связей ( $R^2 > 0,87$ ). Как в случае с  $TL$ , так и с  $AD$  параметрами отмечалась выраженная зависимость с  $3Ls$ . Однако, стоит отметить, что у *G. detrisus* коэффициенты детерминации, в целом, были ниже чем при использовании связи  $Ws$  — длина особи ( $TL$  и  $AD$ ). Тогда как в случае с *G. pistilliger* удалось получить более значимую (из рассматриваемых параметров) связь.

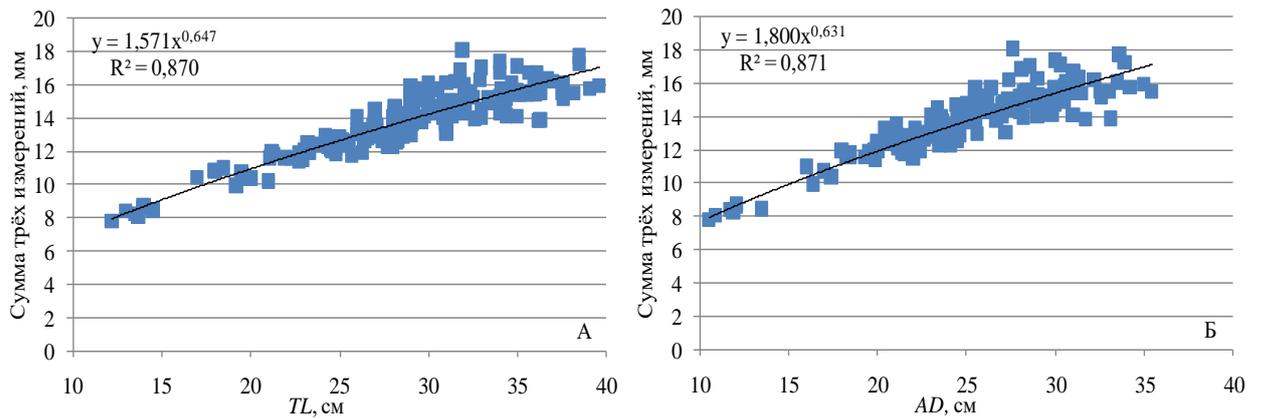


Рис. 4.3.5. Зависимость суммы линейных измерений отолиита ( $3Ls$ ) от длины тела ( $TL$  – А,  $AD$  – Б) широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus*

По аналогии с длинами ( $TL$  и  $AD$ ), рассмотрели зависимости отдельных морфологических параметров отолиитов и их суммы ( $3Ls$ ) от массы особей рассматриваемого вида. Наиболее высокие коэффициенты детерминации отмечены в парах —  $Ws$ –масса рыбы и  $3Ls$  –масса рыбы (рис. 4.3.6).

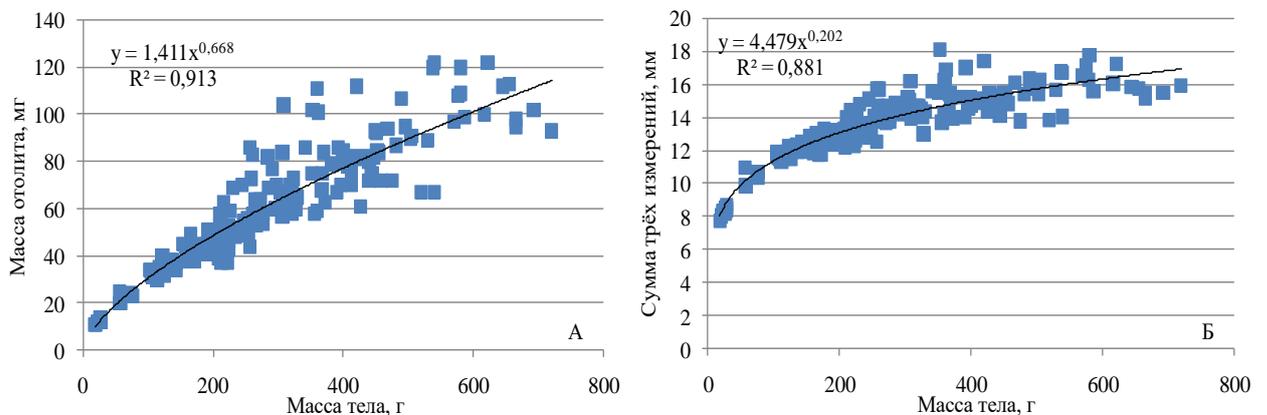


Рис. 4.3.6. Зависимость массы отолиита ( $Ws$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3Ls$ ) (Б) от массы тела широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus*

По сведениям из литературных источников, известно, что у *G. detrisus* в прикамчатских водах самцы достигают возраста 13, а самки — 17 лет (Токранов, 1987). Для южной части ареала В.В. Панченко (2012) описал максимальный возраст особей 12 и 15 лет, соответственно. Однако в своей работе он также указал на отсутствие данных о наиболее крупных особях рассматриваемого вида и предположил, что в двух районах они могут

достигать примерно одинакового максимального возраста. В имеющейся у нас выборке, как и у В.В. Панченко (2012), отсутствовали особи максимальных размеров, однако было собрано несколько образцов отолитов у рыб длиной более 39,0 см, что заметно больше, чем в коллекции из залива Петра Великого (33,6 см).

По результатам выполненных определений, максимальный возраст самцов *G. detrisus* не превышал 13, а самок — 15 лет. Для получения более точных оценок определение возраста выполнили по спилам отолитов (рис. 4.3.7). Таким образом, наши оценки наиболее близки к данным В.В. Панченко (2012). Однако мы также как и вышеупомянутый автор допускаем, что из-за малого количества в нашей выборке наиболее крупных рыб, в целом возможны редкие поимки самок исследуемого вида в возрасте более 15 лет.

В своих работах оба автора (Токранов, 1987; Панченко, 2012) указывают на разницу максимальных возрастов для особей разных полов — 3–4 года. По нашим данным она была немного меньше и составила 2–3 года. Стоит отметить, что годовые кольца у *G. detrisus* вполне различимы на целом отолите у рыб младших возрастов, однако заметно хуже, чем у *G. pistilliger* (рис. 4.3.7). У крупных особей подсчёт колец достаточно проблематичен и в случае с максимальными возрастными (12+ или 15+) вероятность ошибки довольно высока.

У исследуемого вида плотные отолиты среднего размера, которые обычно заметно крупнее, чем у *G. pistilliger*. Их внешний вид довольно разнообразен. Изменчивость формы отолитов *G. detrisus* представлена на рисунке 4.3.7. У молодых рыб отолиты имеют выраженную каплевидную форму. С возрастом рострум разрастается, становятся хорошо заметны «гребни». У особей старших возрастов рострум отолита хорошо выражен, а сами слуховые камешки становятся толще и округлее. Слуховая борозда обычно отчётливо различима у рыб крупного размера. Средняя длина отолита 7,0–8,0 мм, при минимальном измеренном нами размере — 4,5 мм и

максимальном — 10,2 мм. Масса отолитов варьировала от 11 до 122 мг, и в среднем составляла около 63 мг.



Рис. 4.3.7. Общий вид отолитов (TLs: А – 4,73; Б – 5,82; В – 6,15; Г – 6,62; Д – 6,95; Е – 7,30; Ж – 7,95; З – 8,16; И – 8,20; К – 8,76; Л – 8,73; М – 8,96 мм) широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* и их спилов с указанием длины (TL) и возраста рыб (точками обозначены годовые отметки)

Проведя анализ зависимости длин ( $TL$  и  $AD$ ) от возраста, стоит отметить, что полученное уравнение для  $TL$  характеризовалось более высокой величиной коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,927$ ), чем при аналогичной связи с использованием параметра  $AD$  ( $R^2 = 0,919$ ) (рис. 4.3.8).

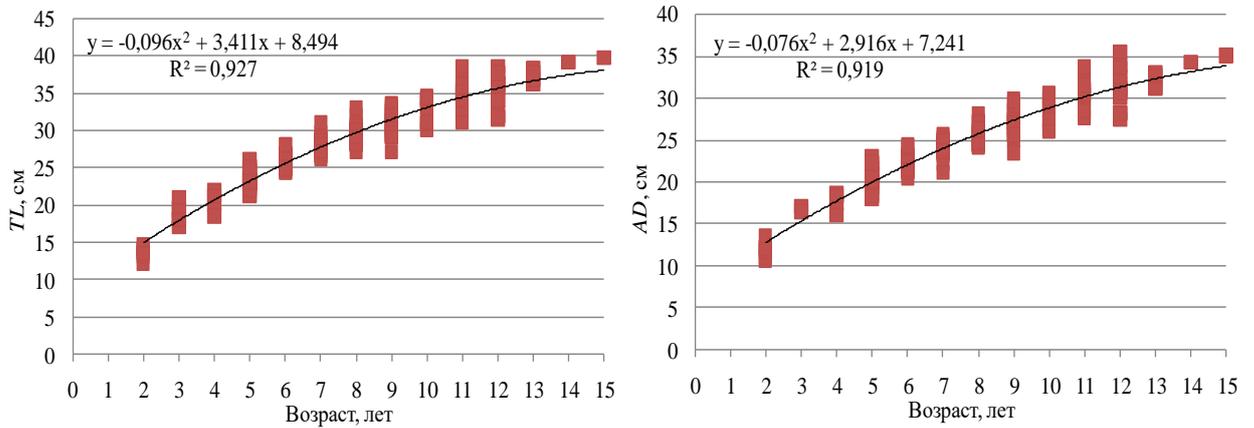


Рис. 4.3.8. Зависимость длины  $TL$  (А) и  $AD$  (Б) от возраста широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus*

Рассматривая корреляцию параметров отоликов с возрастом рыб, относительно высокие показатели связи были отмечены по всем параметрам, за исключением зависимости  $Hs$ –возраст рыб ( $R^2 < 0,8$ ). Наиболее высокие величины коэффициент детерминации, также, как и у *G. pistilliger*, были отмечены в двух парах —  $Ws$ –возраст и  $3Ls$ –возраст рыб (рис. 4.3.9).

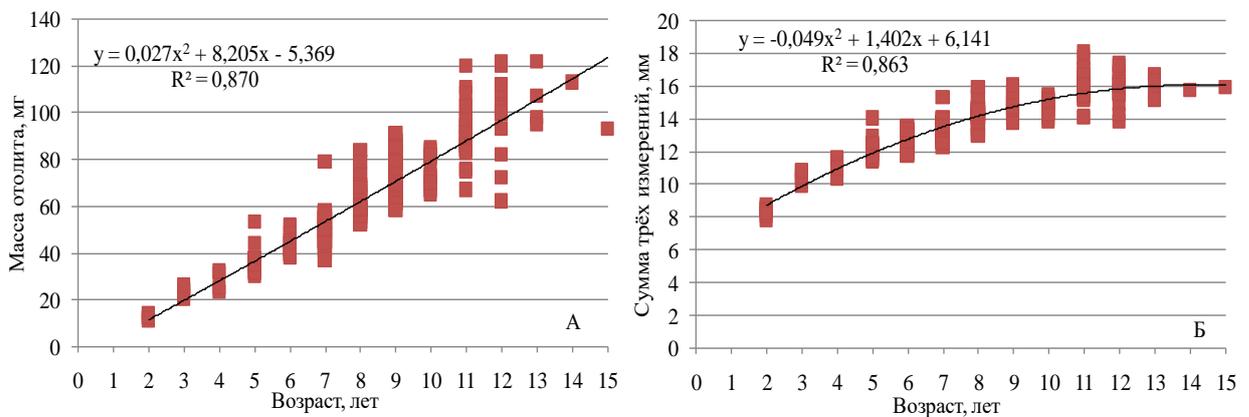


Рис. 4.3.9. Зависимость массы отолита ( $Ws$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3Ls$ ) (Б) от возраста широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus*

Поскольку, как было показано выше,  $Ws$  и  $3Ls$  имеет выраженную взаимосвязь с возрастом, по аналогии с *G. pistilliger* мы провели дополнительную статистическую обработку данных с целью отобразить значения средней, отклонения от средней и стандартной ошибки для каждого возрастного класса и оценить возможность применения этих параметров в качестве базовых данных экспресс-метода для определения возраста (рис. 4.3.10 и 4.3.11).

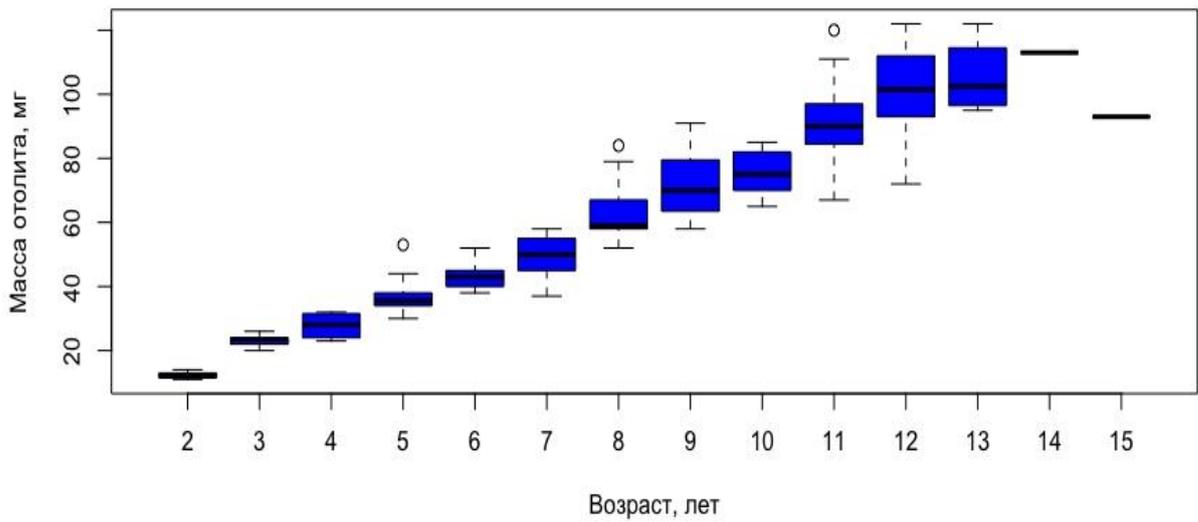


Рис. 4.3.10. Распределение массы отолита ( $Ws$ ) широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* по возрастам

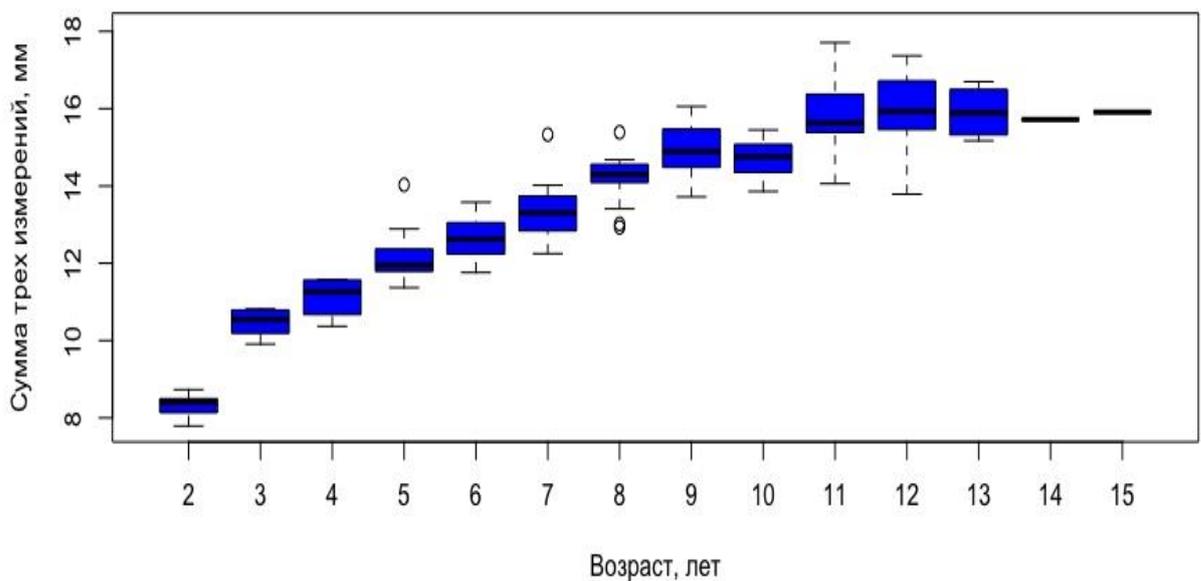


Рис. 4.3.11. Распределение суммы трёх измерений отолита ( $3Ls$ ) широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* по возрастам

В целом, как указывалось выше, недостаточное количество данных неизбежно отразилось на параметрах отдельных возрастных групп. Тем не менее, использование этих зависимостей в качестве «ориентира» вполне применимо, в случае, когда возникают сомнения к какой возрастной группе отнести особь *G. detrisus*, а также для сравнительного анализа популяций.

Как ранее уже указывалось, размерно-возрастные ключи в прикладной ихтиологии имеют важное практическое значение. Поскольку в опубликованных работах они отсутствуют (для *G. detrisus* исследуемого района), то для пересчёта размерного состава уловов был построен ключ по длине *AC* (в нашем случае *TL*) (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3.1

Размерно-возрастной ключ по длине (*TL*) широколоблого шлемоносца  
*Gymnocanthus detrisus* обитающего у Западной Камчатки

<i>TL</i> , см	Возраст, лет															%
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	
12	50	50														100,0
13		100,0														100,0
14		100,0														100,0
15		100,0														100,0
16		50,0	50,0													100,0
17			100,0													100,0
18			100,0													100,0
19			50,0	50,0												100,0
20			66,7	33,3												100,0
21			50,0	50,0												100,0
22				40,0	60,0											100,0
23					100,0											100,0
24					100,0											100,0
25					45,5	54,5										100,0
26					12,5	75,0	12,5									100,0
27						63,6	27,3		9,1							100,0
28						20,0	60,0	20,0								100,0
29							47,1	35,3	17,6							100,0
30							6,7	60,0	26,7	6,7						100,0
31							6,3	25,0	31,3	31,3	6,3					100,0
32								8,3	50,0	8,3	16,7	16,7				100,0
33								10,0	30,0	30,0	20,0	10,0				100,0
34									33,3	16,7	16,7	33,3				100,0
35										35,7	64,3					100,0
36											62,5	37,5				100,0
37											28,6	42,9	28,6			100,0
38												66,7	33,3			100,0
39											33,3	33,3	33,3			100,0
40														50,0	50,0	100,0
41															100,0	100,0

Используя вышеуказанный ключ, получен возрастной состав *G. detrisus* по данным массовых промеров, выполненных в летний период 2016–2018 и 2020 гг. Как видно на рисунке 4.3.12, в 2016 и 2017 гг. основу уловов формировали старшевозрастные рыбы 8+–12+ (около 75 %). В 2018 г. заметно увеличилась доля рыб в возрасте 6+–7+ лет, которая суммарно превышала 20 %. В 2020 г. в уловах преобладали рыбы младше- и средневозрастных групп (2+–6+), вклад которых суммарно составил около 35 % от всех измеренных особей.

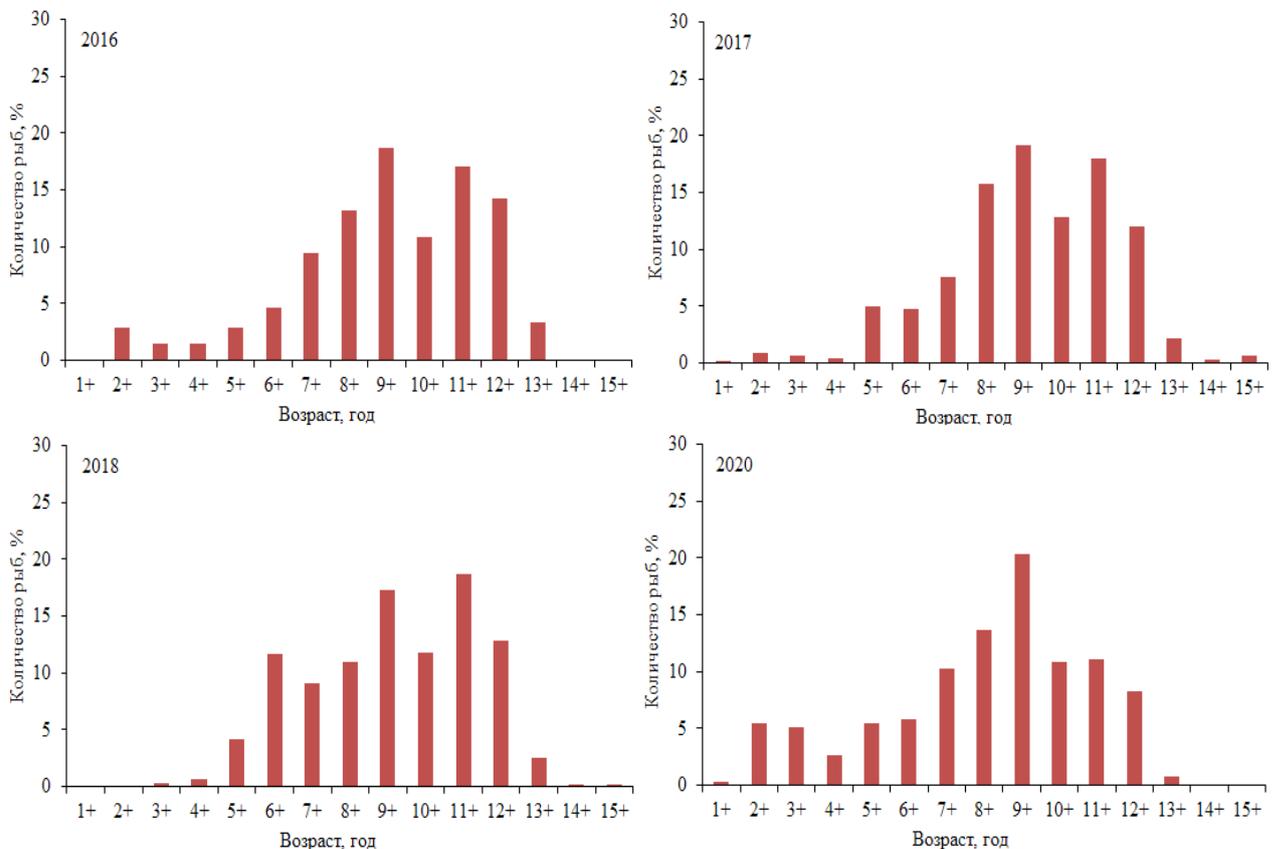


Рис. 4.3.12. Возрастной состав широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки по годам исследований

#### 4.4. Многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus*

Наиболее крупный представитель семейства рогатковых северной части Тихого океана. Его максимальная длина по некоторым данным достигает 90,0 см, а масса тела около 10 кг (Токранов, 2017). В 2010–2019 гг. у западного побережья Камчатки длина (*TL*) *M. polyacanthocephalus* варьировала от 7,0 до

79,0 см, составив в среднем 40,1 см. Основу уловов формировали рыбы длиной 34,0–52,0 см (более 56 %) (рис. 4.4.1). В опубликованных ранее работах имеются сведения о поимках особей в водах у Западной Камчатки, максимальные размеры которых достигали 78,0 см (Токранов, 1985а; Тупоногов, Кодолов, 2014), что несколько меньше, чем по имеющимся у нас данным. Стоит отметить, что согласно архивным данным, в 1989 г. в южной части исследуемого района были зафиксированы поимки двух особей длиной 81,0 и 82,0 см. По всей видимости, *M. polyacanthocephalus* в водах у западного побережья Камчатки может достигать больших размеров, чем указаны нами для периода 2010–2019 гг.

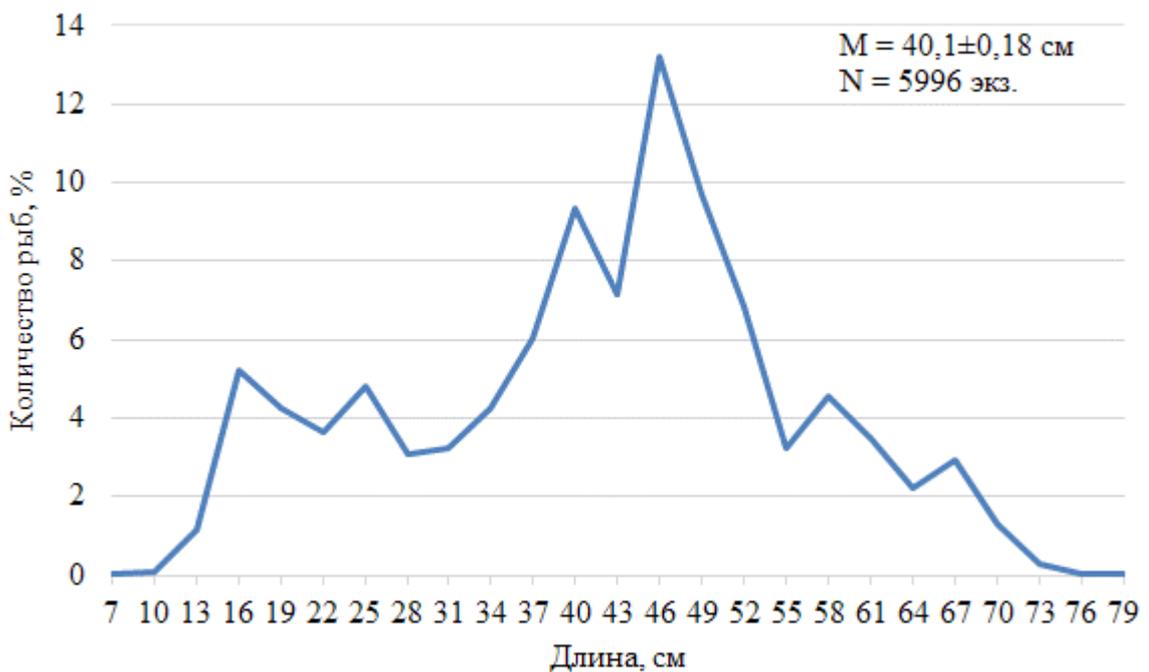


Рис. 4.4.1. Размерный состав многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

Размерный состав *M. polyacanthocephalus* за последние 4 года проведения исследований представлен на рисунке 4.4.2. В 2017 г. была отмечена наименьшая средняя длина особей — 38,8 см. На графике размерного ряда отчётливо выделялись две доминирующие группы рыб — длиной от 13,0 до 28,0 см, доля которых составляла 25 % и 37,0–52,0 см с

суммарным вкладом около 43 %. В 2018 и 2019 гг. средняя длина исследуемого вида увеличилась до 42,4 и 47,0 см, соответственно. Основу уловов в 2018 г. формировали рыбы длиной от 34,0 до 49,0 см (около 62 %). Годом позже, модальная группа состояла из особей длиной от 40,0 до 52,0 см, их доля превышала 63 %.

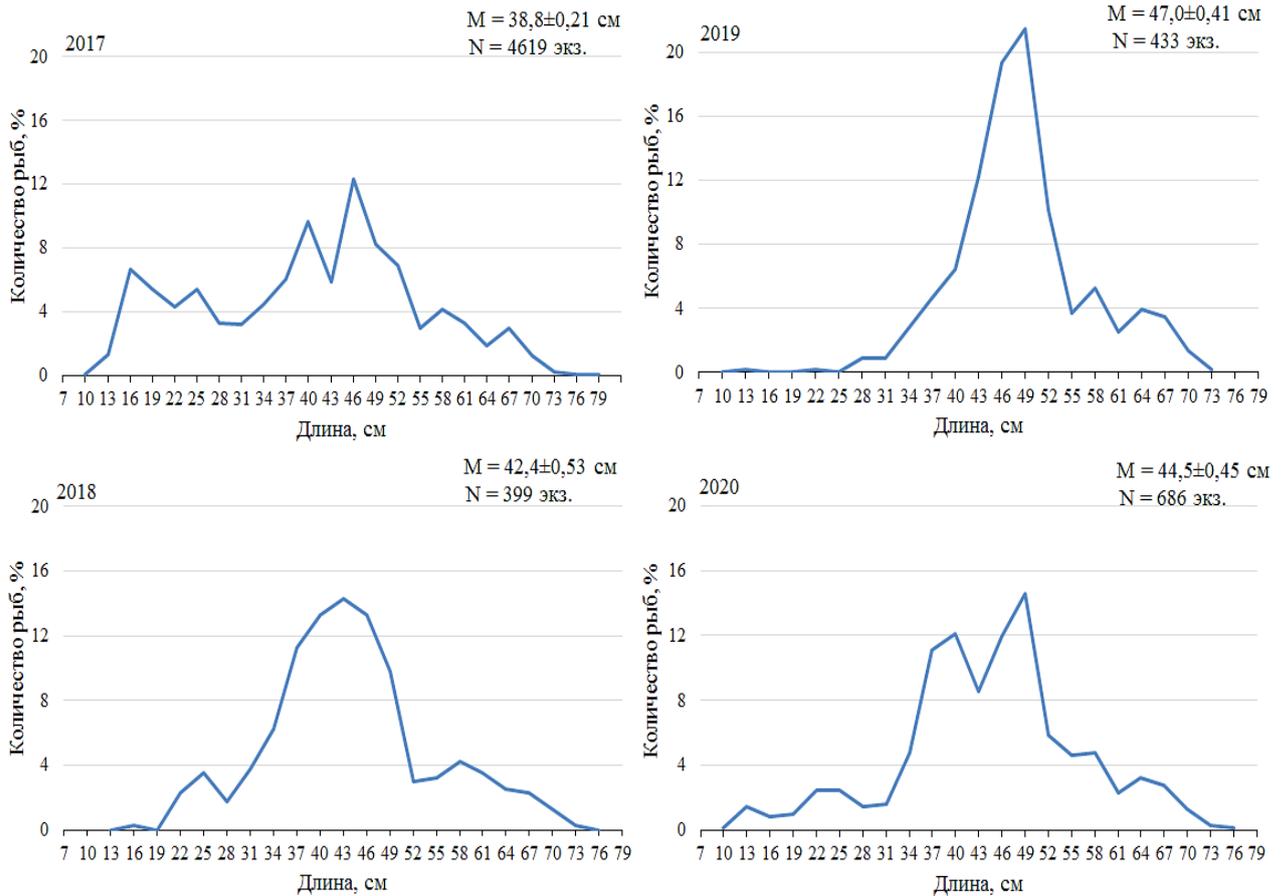


Рис. 4.4.2. Размерный состав многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки по годам исследований

По данным массовых промеров, выполненных в 2020 г., средняя длина *M. polyacanthocephalus* в уловах донным тралом была ниже, чем в предыдущий год и составила 44,5 см. Основу уловов формировали рыбы модальной группы от 37,0 до 49,0 см.

В период проведения исследований у западного побережья Камчатки максимальная зарегистрированная масса *M. polyacanthocephalus* составила

8300 г, что заметно ниже, чем ранее указывалось в литературе (Токранов, 1985а; Токранов, 2017). Основу уловов формировали рыбы массой от 600 до 2500 г (около 70 %), в среднем — 1900 г.

Для определения зависимости массы рыбы от длины  $TL$  ( $AD$ ) были использованы аккумулярованные данные по результатам выполненных ПБА и СА. Известно, что зависимость массы тела и длины рыбы хорошо описывает степенная функция (Рикер, 1983). Полученное уравнение для  $TL$  характеризовалось более высокой величиной коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,991$ ), чем при аналогичной зависимости с использованием длины  $AD$  ( $R^2 = 0,989$ ), однако дисперсия выборки во втором случае была заметно ниже (рис. 4.4.3). В целом, при использовании любой из длин ( $TL$  или  $AD$ ) отмечена высокая корреляция с массой тела особей.

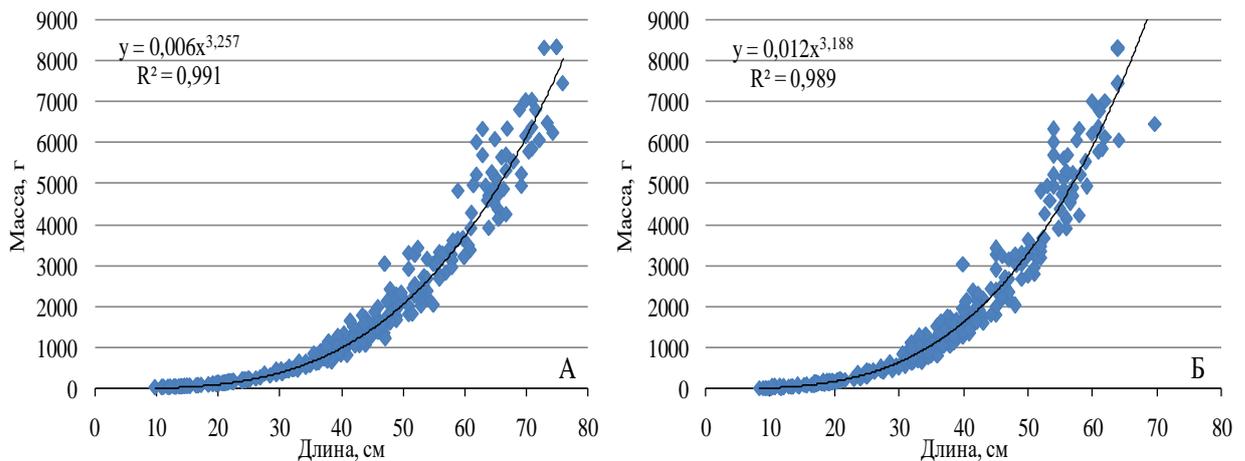


Рис. 4.4.3. Зависимость массы тела от длины (А –  $TL$ , Б –  $AD$ ) многоиглового керчака *Muoxocephalus polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки

Отолиметрия и возрастной состав. Как и в предыдущем случае, был проведен анализ на наличие зависимостей между различными морфологическими показателями отолигов и размерными, весовыми и возрастными характеристиками *M. polyacanthocephalus*. Построенные корреляционные поля с эйдономическими параметрами отолигов и длиной особей ( $TL$ ) представлены на рисунке 4.4.4. Все они имели выраженную зависимость от длины рыб ( $R^2 > 0,9$ ). Самый высокий коэффициент

детерминации был отмечен в паре  $Ws-TL$  ( $R^2 = 0,977$ ), а среди линейных измерений —  $TLs-TL$  рыбы (рис. 4.4.4). Высокий разброс параметров отолитов у крупноразмерных рыб, с одной стороны, указывает на малое количество особей в исследованной выборке, а с другой — объясняется наличием отолитов с разной степенью деформации. Причём, в отличие от видов рода *Gymnocanthus*, у исследуемых керчаковых рыб процессы разрушения отолитов старшевозрастных особей отмечены заметно чаще.

Дополнительно были построены корреляционные поля с морфологическими параметрами отолитов и длиной особей ( $AD$ ). Также как и в случае с  $TL$ , все они имели ярко выраженную зависимость от длины рыбы ( $R^2 > 0,9$ ).

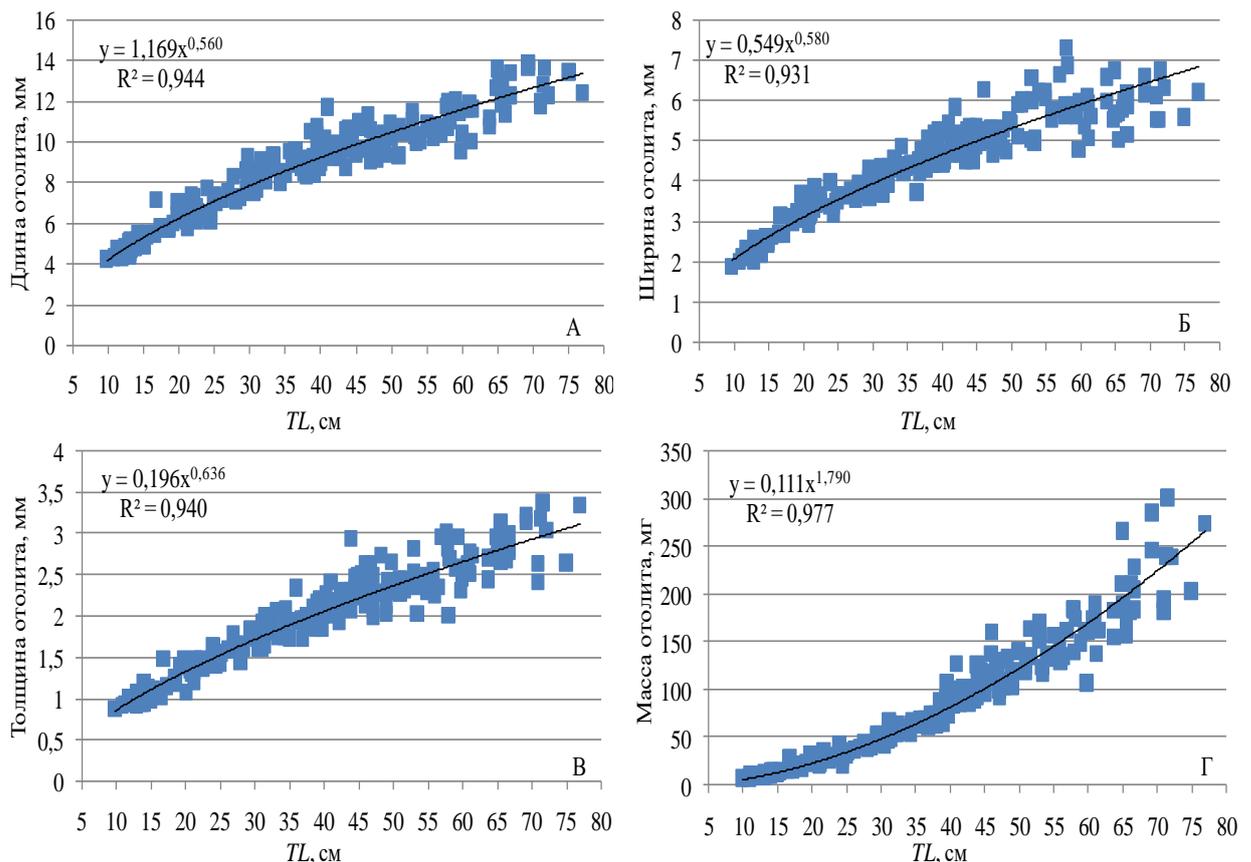


Рис. 4.4.4. Зависимость морфологических параметров отолита (длины—А, ширины—Б, толщины—В и массы—Г) от длины тела ( $TL$ ) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus*

Анализ на наличие зависимостей между  $3Ls$  и длиной рыб ( $TL$  и  $AD$ ) показал в обоих случаях наличие значимых связей ( $R^2 > 0,9$ ) (рис. 4.4.5). Стоит отметить, что также, как и в случае с *G. detrisus*, коэффициенты детерминации, в целом, были ниже, чем при использовании связи  $Ws$ –длина особи ( $TL$  и  $AD$ ).

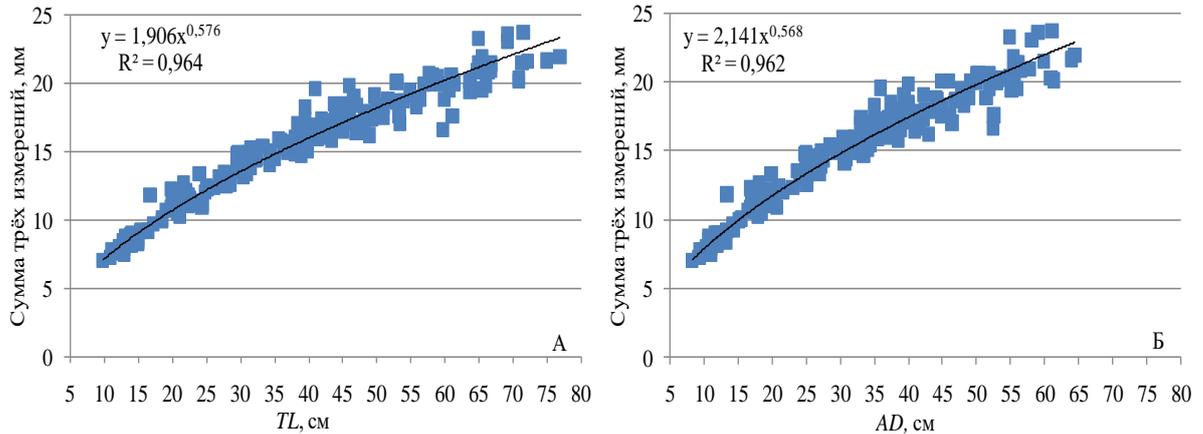


Рис. 4.4.5. Зависимость суммы линейных измерений отолиита ( $3Ls$ ) от длины тела ( $TL$ –А,  $AD$ –Б) многоиглового керчака *Muchocephalus polyacanthocephalus*

По аналогии с длинами ( $TL$  и  $AD$ ), рассмотрели зависимости отдельных морфологических параметров отолиитов и их суммы ( $3Ls$ ) от массы особей *M. polyacanthocephalus*. Наиболее высокие коэффициенты детерминации отмечены в парах —  $Ws$ –масса рыбы и  $3Ls$  –масса рыбы (рис. 4.4.6).

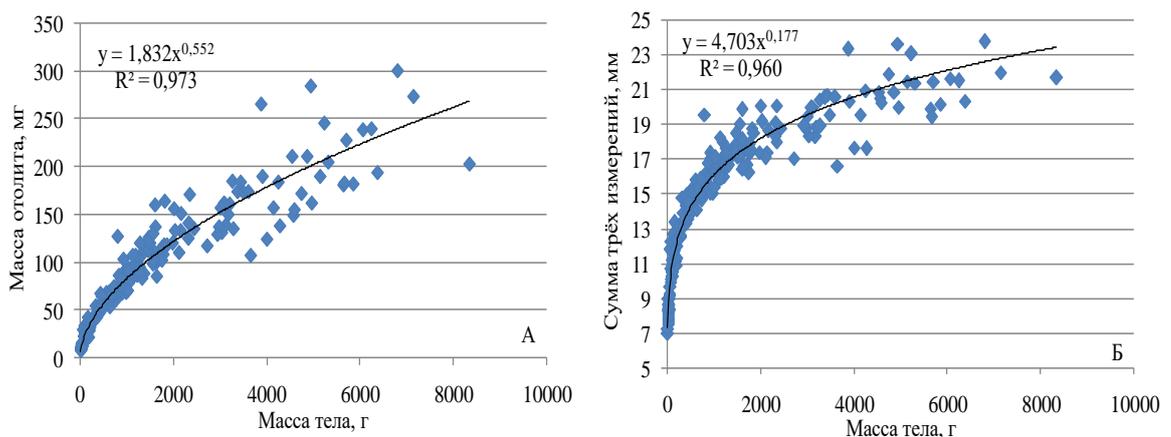


Рис. 4.4.6. Зависимость массы отолиита ( $Ws$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3Ls$ ) (Б) от массы тела многоиглового керчака *Muchocephalus polyacanthocephalus*

По данным из литературных источников известно, что у *M. polyacanthocephalus* в прикамчатских водах самцы достигают возраста 9, а

самки – 13 лет (Токранов, 1986а, 2016). Согласно сведениям Л.А. Борца (1997) максимальная продолжительность жизни этих рыб несколько больше, и составляет 11 и 14 лет для самцов и самок, соответственно. В.В. Панченко и О.И. Пушина (2004) допускают, что в южной части ареала возможны поимки рыб и с большей продолжительностью жизни.

По результатам выполненных нами определений максимальный возраст самцов *M. polyacanthocephalus* составлял 11, а самок — 13 лет (рис. 4.4.7). Для получения более точных оценок определение возраста выполнили по спилам отолитов. Таким образом, полученные результаты наиболее близки к данным Л.А. Борца (1997). Стоит отметить, что у крупных особей подсчёт колец достаточно проблематичен и в случае с максимальными возрастaми (10+ или 13+) вероятность ошибки довольно высока. Это объясняется (помимо уплотнения зон роста) заметной деформацией краёв отолитов, в силу естественных причин старения особей.

В своих работах оба автора (Токранов, 1986а, 2016; Борец, 1997) указывают на разницу максимальных возрастa для особей разных полов — 4 и 3 года, соответственно. Согласно полученных нами результатов, различия по возрастaм несколько меньше (2–3 года). Стоит отметить, что годовые кольца у *M. polyacanthocephalus* слаборазличимы на целом отолите, даже у рыб младших возрастa (рис. 4.4.7).

Изменчивость формы отолитов *M. polyacanthocephalus* представлена на рисунке 4.4.7. У исследуемого вида относительно крупные и плотные отолиты веретеновидной формы (преимущественно у рыб младших возрастa). У особей среднего и крупного размера в процессе роста слухового камешка, он видоизменяется и становится неправильной овальной формы. Передний и задний края отолита разрастаются не одинаково, обычно доминирует один из них. Рострум слабовыражен и часто загнут к дорсальному краю. Слуховая борозда неглубокая и обычно различима у рыб среднего, и отчётливо выделяется у особей крупного размера. Средняя длина отолита около 9,0 мм, при минимальном измеренном нами размере — 4,2 мм и максимальном —

13,9 мм. Масса отолитов варьировала от 7 до 301 мг и составляла в среднем около 88 мг.



Рис. 4.4.7. Общий вид отолитов ( $TL$ s: А – 4,95; Б – 6,92; В – 8,15; Г – 7,67; Д – 9,16; Е – 9,80; Ж – 9,32; З – 9,54; И – 11,50; К – 12,84; Л – 11,92; М – 12,23 мм) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* и их спилов с указанием длины ( $TL$ ) и возраста рыб (точками обозначены годовые отметки)

Проведя анализ зависимости длины ( $TL$  и  $AD$ ) от возраста рыб, стоит отметить, что полученные уравнения для обоих эйдономических показателей

характеризовались одинаково высокой величиной коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,945$  и  $R^2 = 0,943$ , соответственно) (рис. 4.4.8).

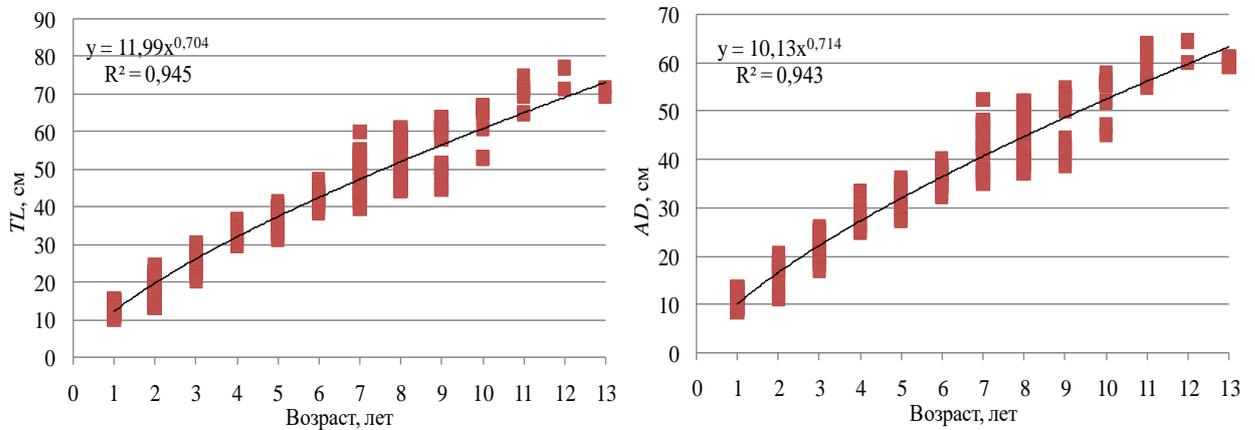


Рис. 4.4.8. Зависимость длины  $TL$  (А) и  $AD$  (Б) от возраста многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus*

Рассмотрев зависимость морфологических характеристик отолитов от возраста рыб, можно констатировать, что относительно высокие показатели связи отмечены по всем параметрам, за исключением —  $HS$ –возраст рыб ( $R^2 < 0,85$ ). Наиболее высокие величины коэффициента детерминации также, как и у ранее упомянутых видов, были отмечены в двух парах —  $WS$ –возраст и  $3LS$ –возраст рыб (рис. 4.4.9).

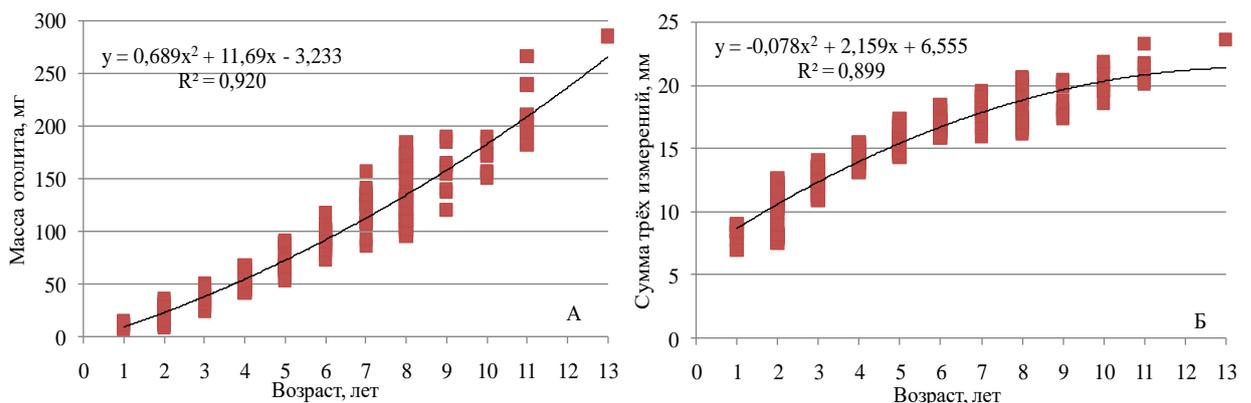


Рис. 4.4.9. Зависимость массы отолита ( $Ws$ ) (А) и суммы его линейных измерений ( $3Ls$ ) (Б) от возраста многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus*

Поскольку  $Ws$  и  $3Ls$  имеют хорошо выраженную взаимосвязь с возрастом, по аналогии с вышеописанными видами была проведена

дополнительная статистическая обработка данных с целью отобразить значения средней, отклонения от средней и стандартной ошибки для каждого возрастного класса и оценить возможность применения этих параметров в качестве базовых данных экспресс-метода для определения возраста (рис. 4.4.10 и 4.4.11).

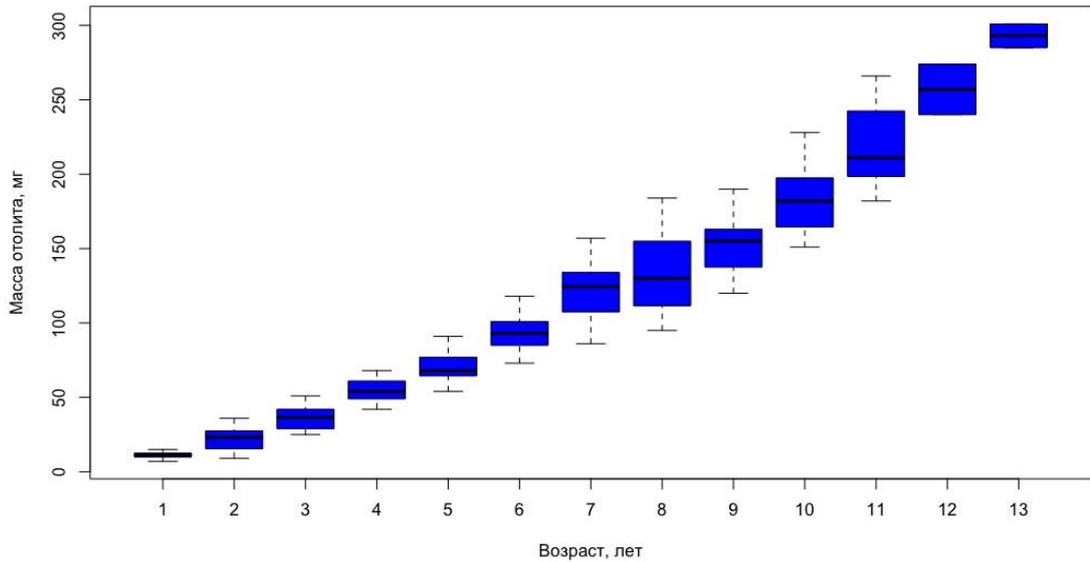


Рис. 4.4.10. Распределение массы отолига ( $W_s$ ) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* по возрастам

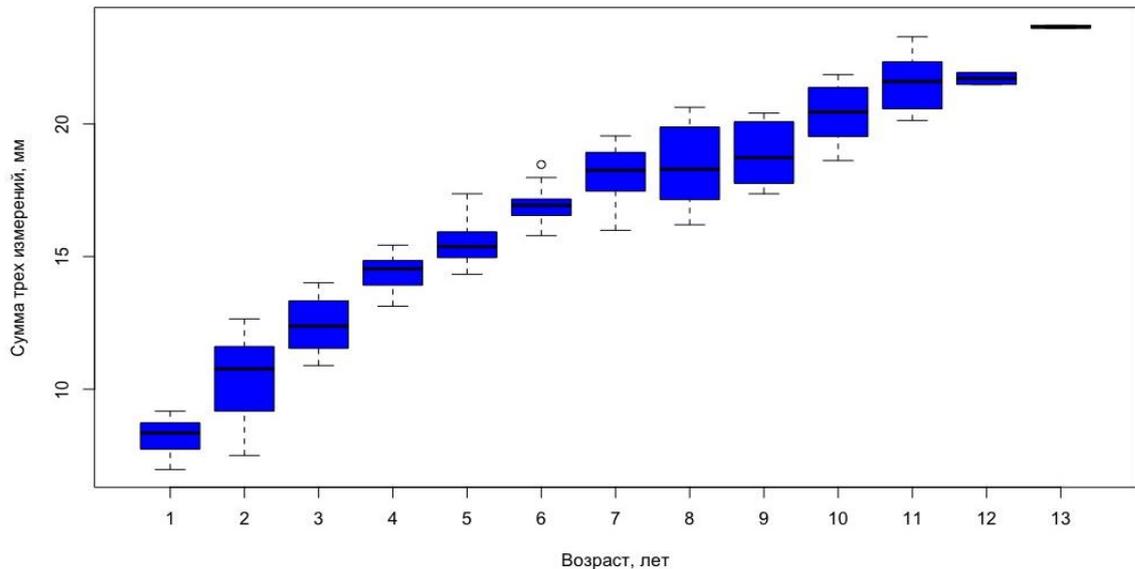


Рис. 4.4.11. Распределение суммы трёх измерений отолига ( $3L_s$ ) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* по возрастам

В целом, как указано выше, недостаточное количество данных неизбежно отразилось на показателях отдельных возрастных групп. В

большей степени это относится к самым младшим и старшим возрастам. Однако для наиболее массовых (в уловах) возрастных групп распределение линейных значений отолитов вполне наглядно и может использоваться в качестве «ориентира» в случае, когда возникают сомнения к какой возрастной группе отнести особь исследуемого вида.

Используя аккумулярованные данные ПБА, построен размерно-возрастной ключ, с помощью которого пересчитан возрастной состав *M. polyacanthocephalus* по данным массовых промеров, выполненных в летний период 2017–2020 гг. (рис. 4.4.12).

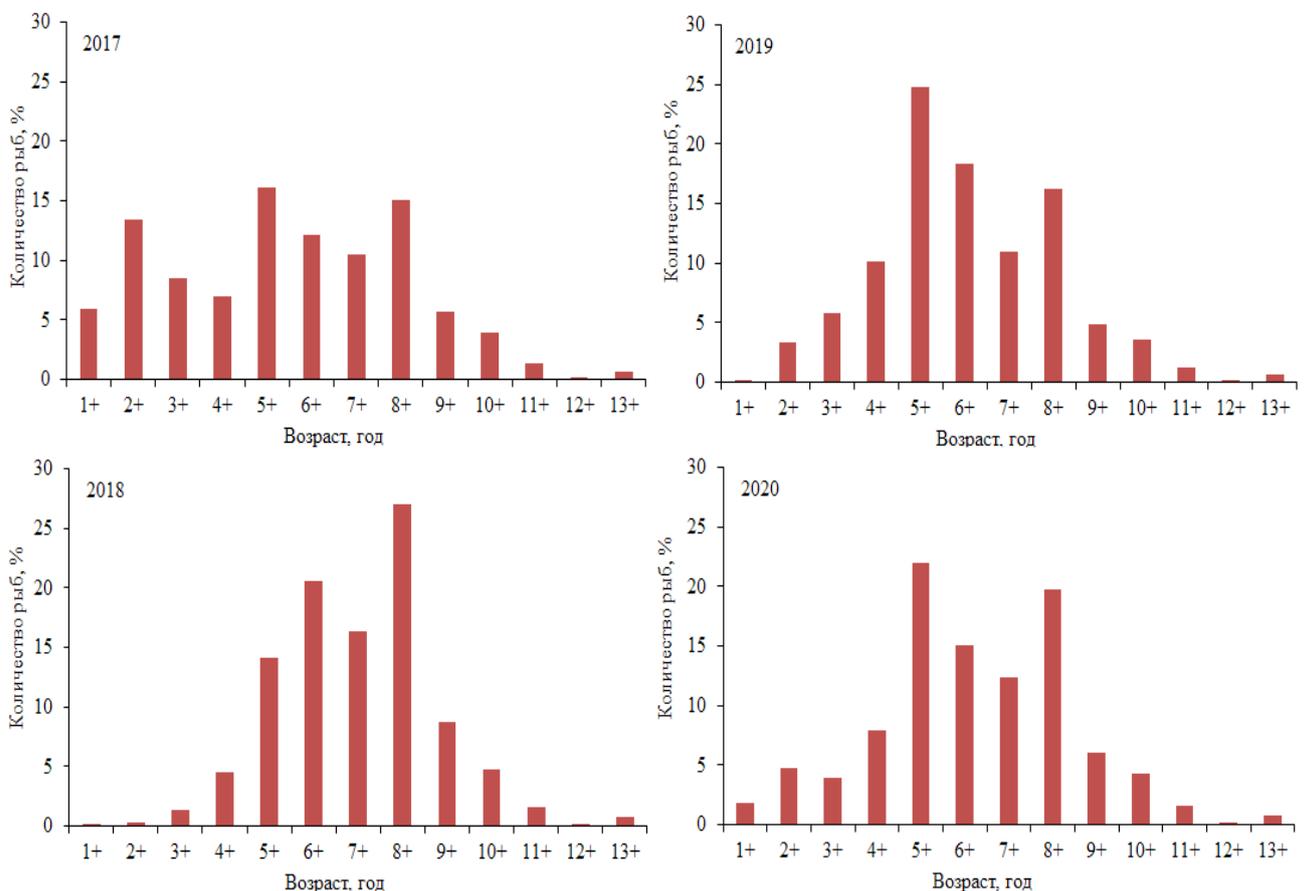


Рис. 4.4.12. Возрастной состав многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки по годам исследований

В 2017 г. основу уловов формировали рыбы в возрасте 5+–8+ (около 55 %). Также относительно высока была доля рыб в возрасте 2+–3+ лет (около 22 %). В 2018 г. в уловах заметно возросла доля рыб 6+–8+ лет (около

64 %), причем вклад последних был максимальным за рассматриваемый период — 27 %. В 2019 и 2020 гг. заметно доминировали керчаки в возрасте 5+–6+, а также 8+ лет. Эта группа особей суммарно составила около 60 % от общего числа.

#### 4.5. Керчак-яок *Myoxocephalus jaok*

В исследуемом районе в 2010–2019 гг. длина (*TL*) рыб в уловах донным тралом варьировала от 6,5 до 70,0 см, при средней — 40,4 см. Доминирующую размерную группу составляли рыбы длиной 37,0–52,0 см (более 63 %) (рис. 4.5.1).

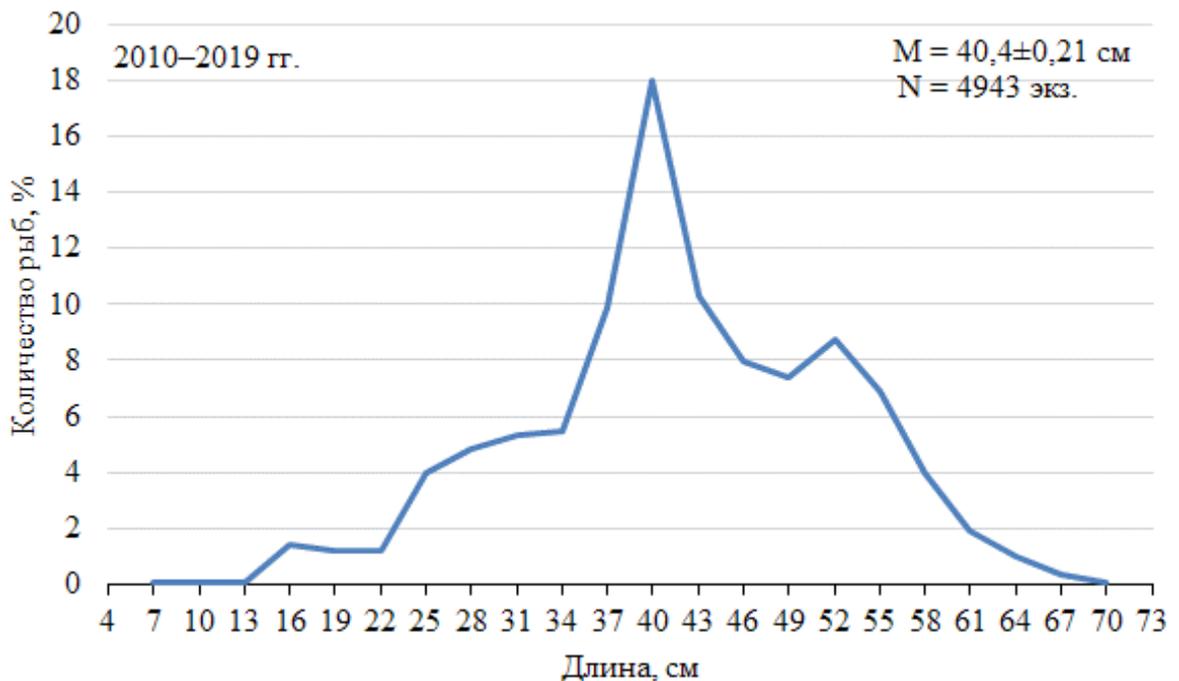


Рис. 4.5.1. Размерный состав керчака-яока *Myoxocephalus jaok* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

В литературных источниках указаны аналогичные предельные размеры этого вида (Токранов, 1985а; Тупоногов, Кодолов, 2014; Токранов, 2017). В ранее опубликованной работе (Матвеев, Терентьев, 2016) приведены архивные данные массовых промеров за период с 1970–1999 гг., где максимальный размер *M. jaok* составлял 85,0 см. При анализе первичного материала, в 1990 г. в северной части района исследований были пойманы и

измерены сразу 2 особи «максимального» размера. По нашему мнению, эти данные нельзя считать достоверными и вероятно они являются следствием технической ошибки (опечатки).

Размерный состав *M. jaok* за последние 4 года проведения донных траловых съёмки у западного побережья Камчатки представлен на рисунке 4.5.2. В 2017 г. отмечена наибольшая средняя длина особей — 40,1 см. Более половины рыб в уловах имели длину от 37,0 до 46,0 см. В последующие годы этот показатель был ниже и составил 38,5 см в 2018 г., 39,1 и 38,9 см в 2019–2020 гг., соответственно.

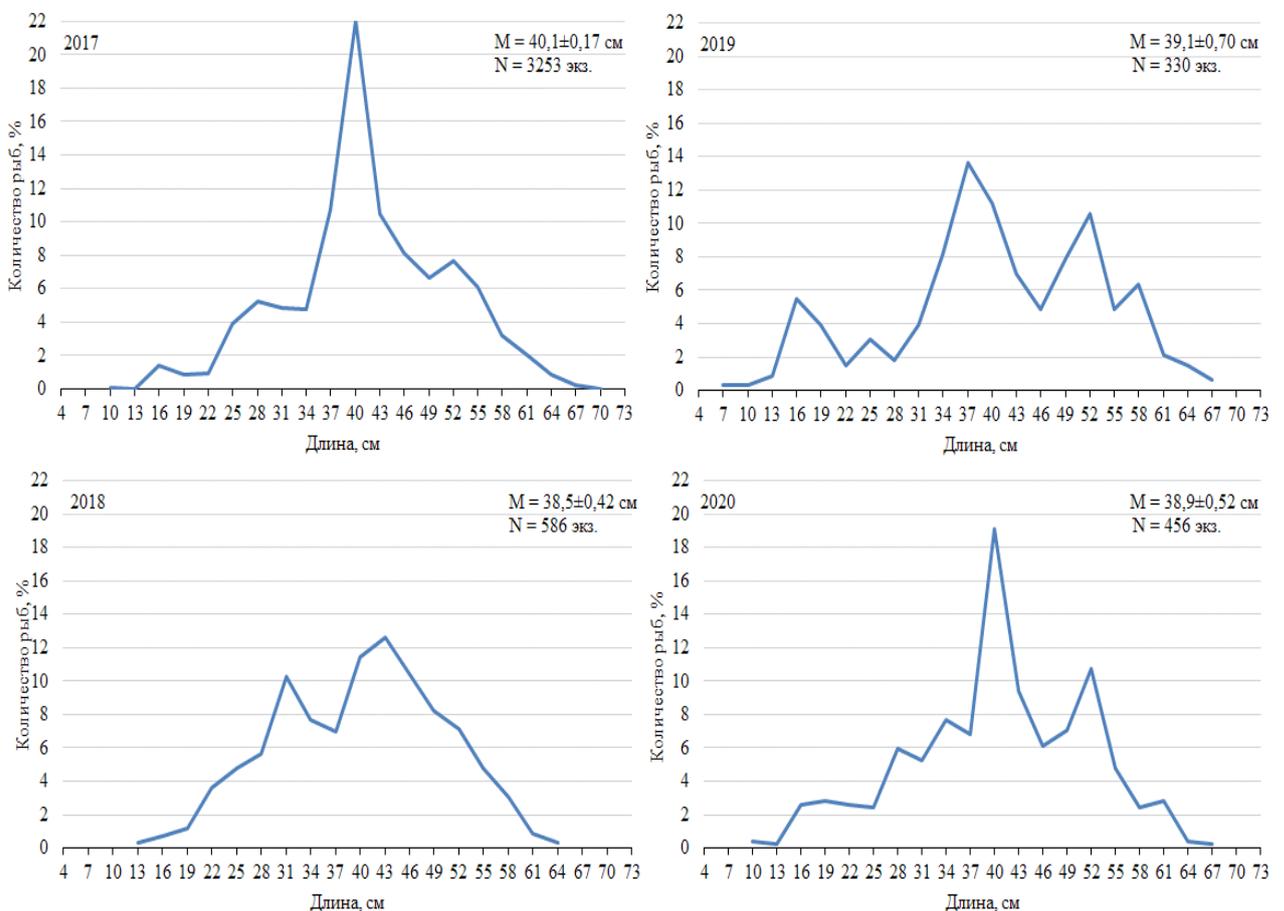


Рис. 4.5.2. Размерный состав керчака-яока *Muohocerphalus jaok* у западного побережья Камчатки по годам исследований

В 2018 г. основу уловов составляли особи длиной от 31,0 до 49,0 см (около 68 %). В 2019 г. доминировали рыбы от 34,0 до 52,0 см (63 %), также выделялась группа мелкоразмерных представителей вида от 13,0 до 22,0 см,

суммарная доля которых была около 12 %. Стоит отметить, что в этот год, были пойманы особи минимальных зарегистрированных нами размеров — 6,5 см. По данным массовых промеров, выполненных в 2020 г., основу уловов составили рыбы длиной от 37,0 до 52,0 см (около 60 %). График размерного ряда, в целом, напоминает таковой для 2017 г., однако доля крупноразмерных рыб в терминальном году была несколько выше (рис. 4.5.2).

В период проведения исследований у западного побережья Камчатки максимальная зарегистрированная масса *M. jaok* составила 4500 г, что несколько ниже, чем указано ранее в литературе — 4900 г (Токранов, 1985а; Тупоногов, Кодолов, 2014). Основу уловов составили рыбы массой от 500 до 1500 г (около 60 %), в среднем — 1200 г.

Для определения зависимости между полной массой *M. jaok* и его длиной  $TL$  ( $AD$ ) использовали данные по результатам выполненных ПБА и СА. Полученные уравнения степенной зависимости представлены на рисунке 4.5.3. Величина коэффициента детерминации в обоих случаях была схожей, как при использовании  $TL$ , так и при  $AD$  ( $R^2 = 0,992$  и  $R^2 = 0,990$ , соответственно).

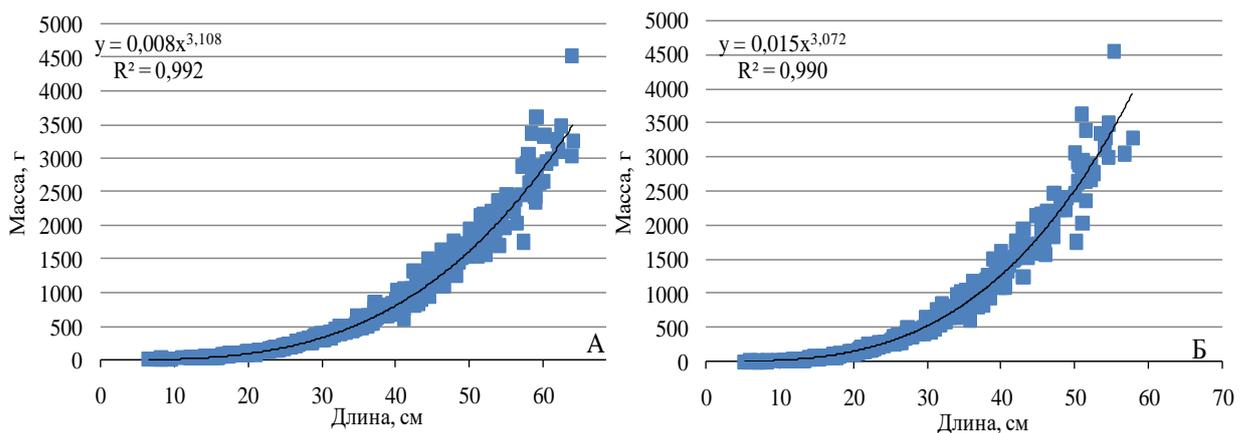


Рис. 4.5.3. Зависимость массы тела от длины (А –  $TL$ , Б –  $AD$ ) керчака-яока *Myoxocephalus jaok* у западного побережья Камчатки

Отолиометрия. С целью анализа на наличие зависимостей между разными морфологическими показателями отолитов и размерно-весовыми

характеристиками *M. jaok* были построены корреляционные поля (рис. 4.5.4). Все эйдономические параметры отолитов имели выраженную зависимость с длиной рыб  $TL$  ( $R^2 > 0,9$ ). Самый высокий коэффициент детерминации был отмечен в паре  $3Ls-TL$  ( $R^2 = 0,950$ ) (рис. 4.5.4). Также как и в случае с *M. polyacanthocephalus*, у исследуемых видов керчаковых рыб процессы разрушения или деформации отолитов у старшевозрастных особей отмечались заметно чаще, чем у описанных выше видов рода *Gymnocanthus*.

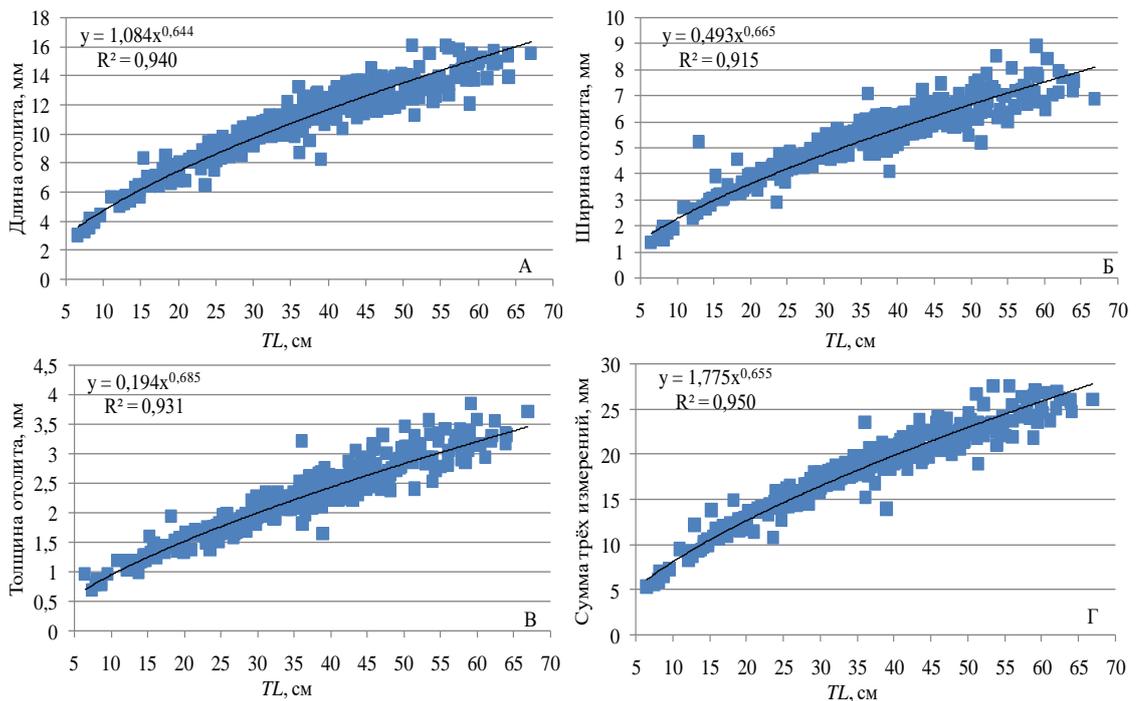


Рис. 4.5.4. Зависимость морфологических параметров отолита (длины–А, ширины–Б, толщины–В и суммы трёх измерений–Г) от длины тела ( $TL$ ) керчака-яока *Myoxocephalus jaok*

Дополнительно были построены корреляционные поля с морфологическими параметрами отолитов и длиной особей ( $AD$ ) (рис. 4.5.5). Также как и в случае с  $TL$ , все они имели высокую корреляцию с длиной рыб ( $R^2 > 0,9$ ). Таким образом, проведённые исследования продемонстрировали, что как в случае с  $TL$ , так и с  $AD$  показателями отмечены наиболее выраженные зависимости с суммой трёх линейных измерений отолитов ( $3Ls$ ).

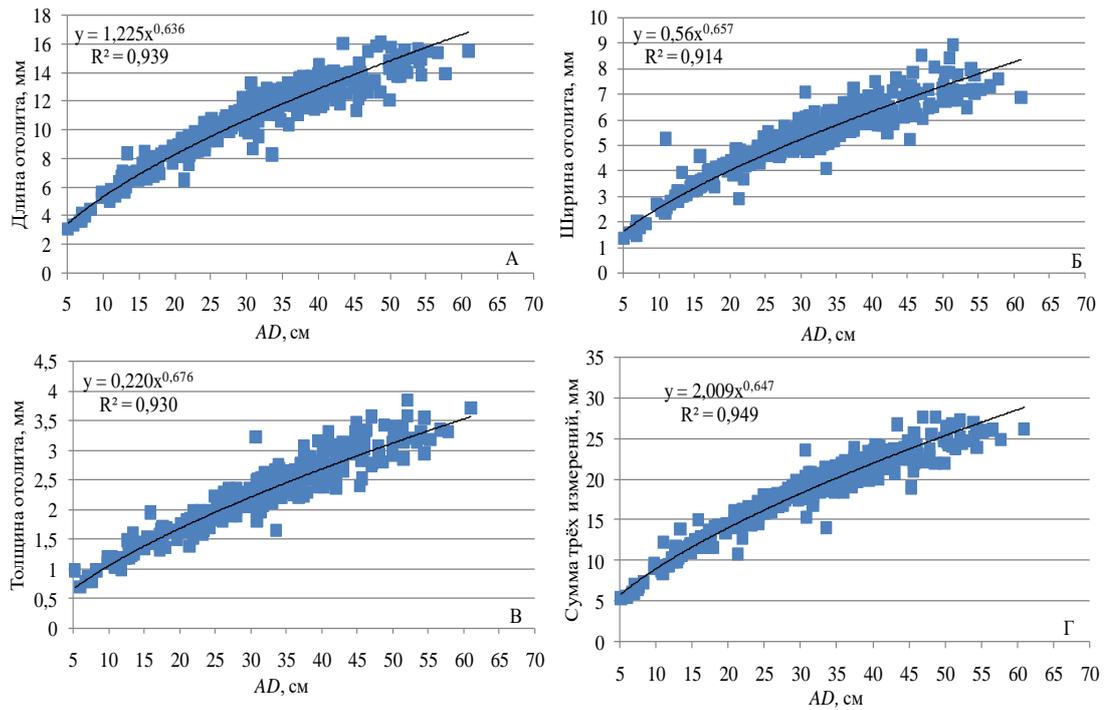


Рис. 4.5.5. Зависимость морфологических параметров отолига (длины–А, ширины–Б, толщины–В и суммы трёх измерений–Г) от длины тела ( $AD$ ) керчака-яока *Myoxocephalus jaok*

По аналогии с длинами ( $TL$  и  $AD$ ), были рассмотрены зависимости отдельных эйдономических показателей отолигов и  $3Ls$  от массы особей *M. jaok*. Наиболее высокий коэффициент детерминации был отмечен в паре  $3Ls$  –масса тела рыбы (рис. 4.5.6).

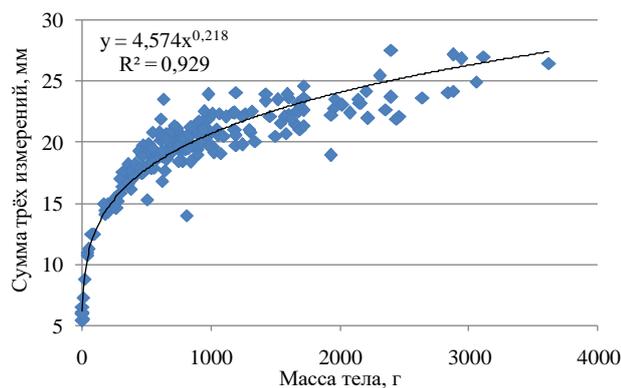


Рис. 4.5.6. Зависимость суммы линейных измерений отолига ( $3Ls$ ) от массы тела керчака-яока *Myoxocephalus jaok*

К сожалению, нам не удалось собрать сведения по возрасту и массе отолигов *M. jaok* и, соответственно, проанализировать зависимости, аналогичные тем, которые были показаны для вышеописанных видов. Тем не

менее, отметим, что у всех исследуемых в этой работе видов максимальный коэффициент детерминации отмечен в парах  $W_s$ –длина ( $TL$  и  $AD$ ),  $W_s$  –масса особи (или возраст). Таким образом, исходя из полученных ранее результатов, можно предположить, что высокие показатели связи при использовании  $W_s$  будут отмечаться и у *M. jaok*.

По сведениям из литературных источников известно, что у *M. jaok* в прикамчатских водах самцы достигают возраста 8(9), а самки – 12 лет (Токранов, 1986а, 2016). Согласно данным В.В. Панченко (2001а, 2001г), в южной части ареала максимальная продолжительность жизни этих рыб заметно больше, и составляет 12 и 15 лет, для самцов и самок, соответственно. Последний автор также отмечал, что наиболее интенсивно представители вида растут в первые два года жизни, достигая длины более 20 см. Созревание самцов этого вида начинается на четвертом, а массово на пятом-шестом годах жизни. Самки созревают на шестом и седьмом-восьмом годах, соответственно. Именно с четвертого года приросты самцов (как в абсолютном, так и в относительном выражении) становятся меньше приростов самок в связи с более ранним наступлением половозрелости (Панченко, 2001а, 2001г).

Отметим, что в первые три-четыре года показатели роста в южной части ареала и в прикамчатских водах довольно близки, затем темп роста рыб в последнем районе становится выше. Созревание этого вида в водах Камчатки происходит в том же возрасте, что и в заливе Петра Великого (Токранов, 1986а; Панченко, 2001а, 2001г), но размеры созревающих рыб прикамчатских вод, в особенности самок, больше. В.В. Панченко (2001а) высказал предположение, что, вероятно, часть годовых колец, которые могли быть плохо видны у половозрелых рыб, были не замечены А.М. Токрановым или идентифицированы как добавочные.

В целом, у исследуемого вида плотные, «веретенообразные» отолиты среднего размера, слуховая борозда обычно отчетливо различима у рыб среднего и крупного размеров. У старших рыб в результате разрастания отолита его форма претерпевает изменения, причём передний и задний край

слухового камешка развиваются практически равномерно. Изменчивость формы отолитов *M. jaok* представлена на рисунке 4.5.7. Средняя длина отолита (*TLs*) около 10,0–11,0 мм, при минимальном измеренном нами размере — 3,1 мм и максимальном — 16,1 мм. Также стоит отметить, что годовые кольца *M. jaok* в проходящем свете удовлетворительно различимы на целом отолите только у рыб самых младших возрастов (рис. 4.5.7).

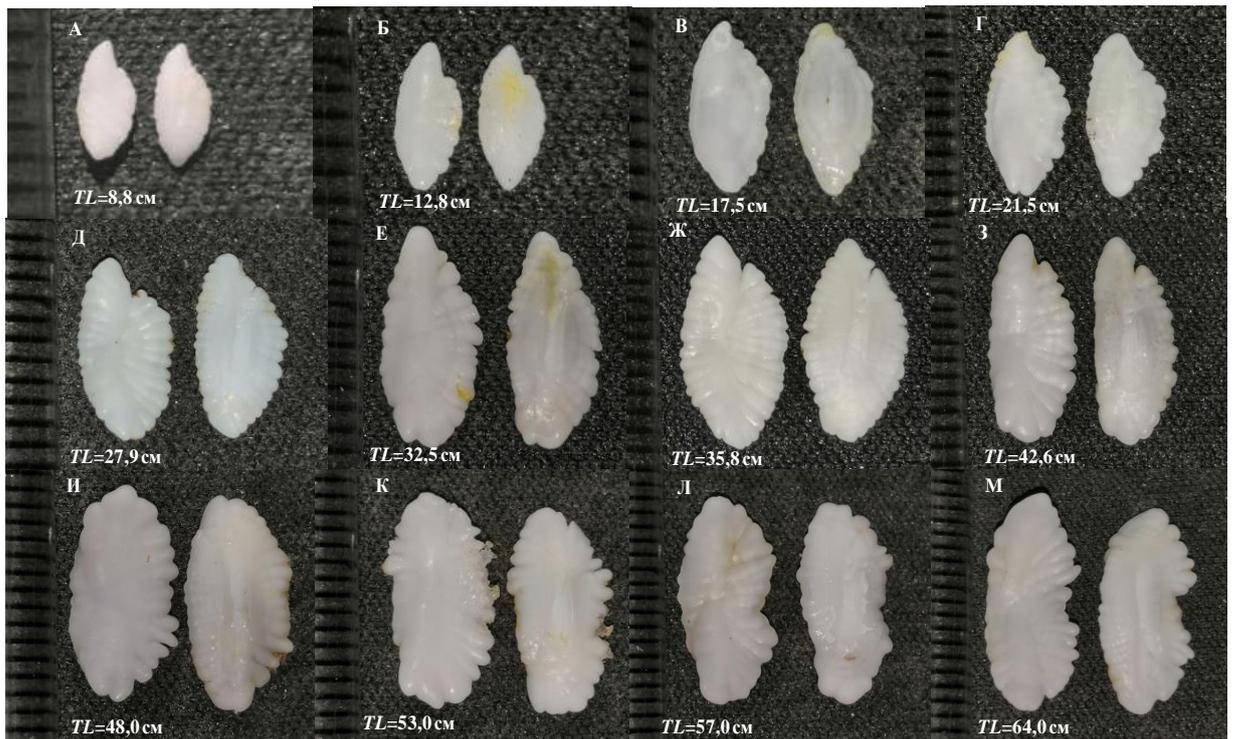


Рис. 4.5.7. Общий вид отолитов (*TLs*: А – 3,55; Б – 5,25; В – 6,84; Г – 8,28; Д – 8,94; Е – 10,65; Ж – 11,33; З – 12,34; И – 12,89; К – 12,92; Л – 14,28; М – 15,27 мм) керчака-яока *Муохосефалус жаок* с указанием длины рыб (*TL*)

## ГЛАВА 5. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ РОГАТКОВЫХ У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

### 5.1. Распределение массовых представителей семейства

Несмотря на большое количество публикаций, посвященных рогатковым рыбам, обитающим у западного побережья Камчатки, практически отсутствуют современные сведения (особенно картографические) о распределении исследуемых видов. Ранее нами были опубликованы некоторые данные по массовым представителям семейства за отдельные годы исследований (Матвеев, Терентьев, 2016; Матвеев, Стокоз, 2019; Matveev, 2018). В настоящей работе предпринята попытка, на основе современных сведений (2010–2019 гг.), представить обобщённую среднемноголетнюю схему распределения исследуемых видов в летний период у западного побережья Камчатки.

*G. pistilliger* — встречался вдоль всей исследованной акватории западнокамчатского шельфа (рис. 5.1.1). За исключением южных и северных участков, располагающихся между 51–52° с. ш. и 57–58° с. ш., частота встречаемости этого вида была высока во всех исследуемых широтных диапазонах (табл. 5.1.1). Особенно это характерно для средней части шельфа, в районе между 53–56° с. ш. Ранее в литературе отмечалось, что основные скопления этого вида, как и в период наших работ, обычно фиксируются в центральной и северной частях данного района между 53° и 57° с. ш. (Токранов, 1981б; Матвеев, Терентьев, 2016).

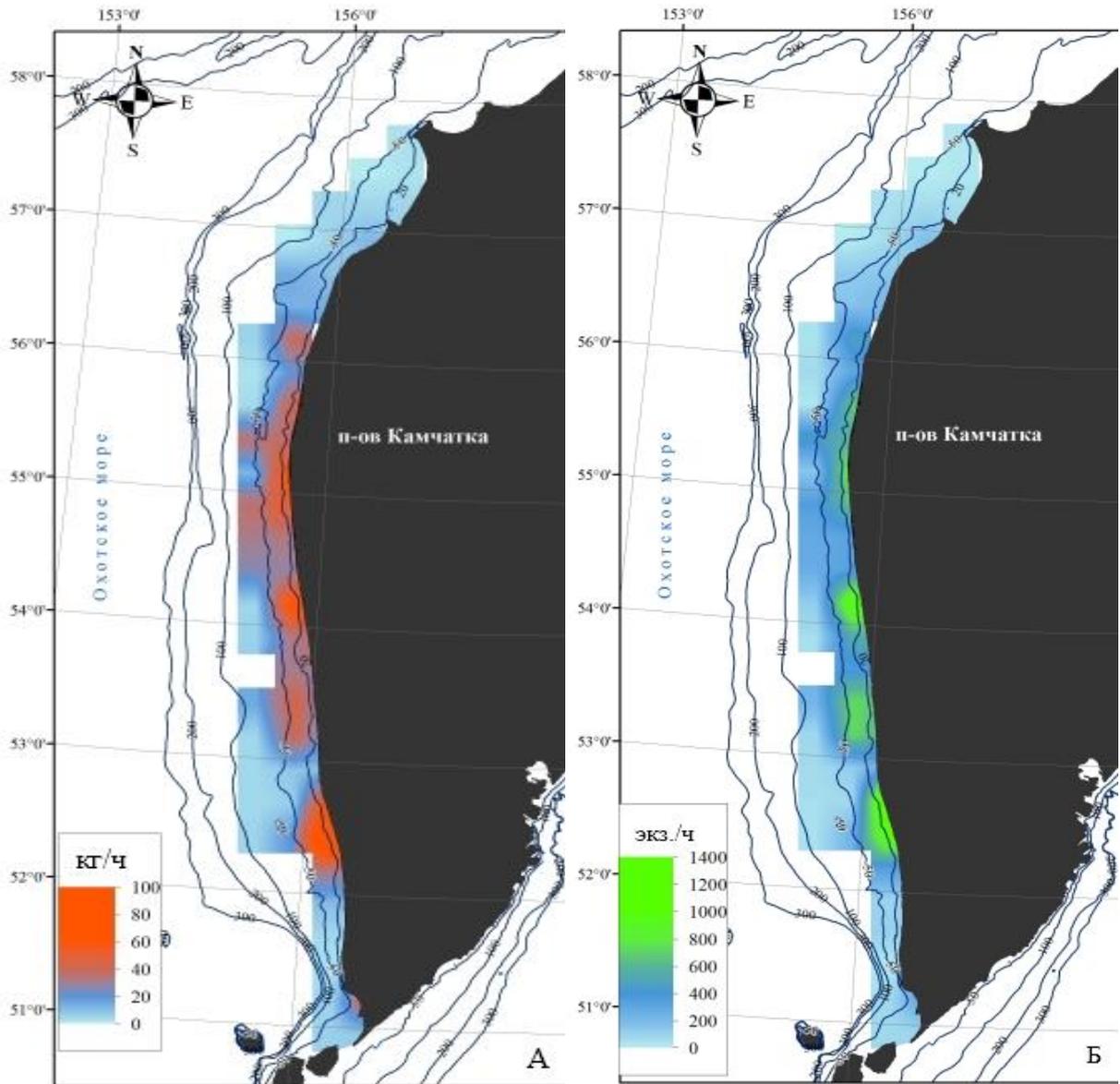


Рис. 5.1.1. Среднемноголетнее распределение уловов (А – кг/ч, Б – экз./ч) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

Однако районы наибольших концентраций *G. pistilliger* по массе и численности совпадали лишь частично. Подобная особенность впервые была отмечена нами при описании распределения вида по результатам донной траловой съёмки, выполненной в 2017 г. При осреднении через  $1^\circ$ , наибольшие средние уловы CPUE получены между  $52$  и  $53^\circ$  с. ш. и  $55$  и  $56^\circ$  с. ш., где так же отмечена высокая численность вида. Тогда как максимальные средние уловы SPUE располагались между  $53$  и  $54^\circ$  с. ш., а показатели CPUE здесь были заметно ниже, чем в смежных диапазонах широт

(табл. 5.1.1). В этом же диапазоне отмечена наименьшая средняя масса особей исследуемого вида. Можно предположить, что между 53 и 54° с. ш. расположен основной выростной район исследуемого вида.

Таблица 5.1.1

Встречаемость (%), CPUE (кг), SPUE (экз.) и средняя масса (г) широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* и нитчатого шлемоносца *G. pistilliger* в разных широтных участках западнокамчатского шельфа в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Показатели	Расположение участков тралений, ° с. ш.								Среднее
	50–51	51–52	52–53	53–54	54–55	55–56	56–57	57–58	
<i>Gymnocanthus pistilliger</i>									
Встречаемость, %	0	14	31	49	50	47	45	30	38
Уловы за 1 ч траления:									
— CPUE, кг	0,0	12,0	38,6	29,6	34,4	35,4	14,8	6,8	27,2
— SPUE, экз.	0	120	497	509	439	501	198	95	384
Средняя масса, г	-	0,100	0,078	0,058	0,078	0,071	0,075	0,072	0,071
<i>Gymnocanthus detrisus</i>									
Встречаемость, %	100	76	62	49	44	37	22	7	44
Уловы за 1 ч траления:									
— CPUE, кг	12,5	91,8	73,3	79,7	56,9	19,0	16,9	8,6	67,0
— SPUE, экз.	41	342	310	282	204	86	51	40	255
Средняя масса, г	0,306	0,268	0,237	0,283	0,280	0,220	0,334	0,212	0,263
Кол-во тралений	2	334	370	363	310	253	295	243	2170

В исследованный период на западнокамчатском шельфе *G. pistilliger* встречался на глубинах от 12 до 73 м, наиболее обычен он был до 50 м. Максимальные значения частоты встречаемости и количества, зарегистрированных за 1 час траления особей (как SPUE, так и CPUE) отмечены на глубинах 10–20 м. Эти показатели у *G. pistilliger* с глубиной понижались. Наименьшей заселенностью, а также уловами, как в штучном, так и в весовом выражении, характеризовались глубины свыше 50 м (табл. 5.1.2).

Известно, что в восточной части Берингова моря, в летний период исследуемый вид обитает в прибрежных водах, в основном, на глубинах менее 50 м (Hoff, 2000). В водах Западной Камчатки вертикальное распределение

*G. pistilliger* очень похоже на то, что описано для восточной части Берингова моря (Токранов 1981а, б; Борец 1989; наши данные). Тогда как в южной части ареала, в зал. Петра Великого (Вдовин и др., 1994; Панченко, Зуенко, 2009), и в целом в Японском море (Панченко и др., 2020), *G. pistilliger* в летний период представлен единичными поимками на глубинах менее 15 м и, преимущественно, концентрируется в интервале глубин от 40 до 80 м.

Таблица 5.1.2

Встречаемость (%), средние значения придонных температур (С°), CPUE (кг) и SPUE (экз.) нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* по диапазонам глубин на западнокамчатском шельфе в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Диапазон глубин, м	Средние показатели				Кол-во тралений
	Встречаемость*, %	CPUE, %	SPUE, %	t, °C	
9–10	0	0	0	-	2
10,1–20	75,7	39,3	44,2	5,5	333
20,1–30	81,7	31,1	30,3	4,1	284
30,1–40	77,1	17,1	14,9	2,8	188
40,1–50	55,2	9,8	8,5	2,1	181
50,1–60	33,7	2,3	1,8	1,5	205
60,1–70	10,6	0,2	0,2	1,3	132
70,1–80	1,7	0,1	0,1	1,0	233
<b>Итого</b>	<b>42,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100</b>	<b>2,6</b>	<b>1558</b>

\*Встречаемость рассчитана в пределах диапазона обитания вида (Токранов, 1981б)

Уловы *G. pistilliger*, в период исследования, отмечались в широком диапазоне придонных температур от -0,5 до 12,1 °C. Относительно высокие концентрации были приурочены к температурному фону, в среднем, от 2,8 до 5,5 °C на глубинах 10–40 м (см. табл. 5.1.2).

*G. detrisus* — наиболее крупные скопления вида, как по биомассе, так и по численности, отмечены в южной и срединной части шельфа, от 51° до 55° с. ш. (рис. 5.1.2). Скопления максимальной плотности (как по массе, так и по численности), зарегистрированы южнее 52° с. ш. В этом районе площадь шельфа резко сужается, что, по всей видимости, и объясняет наличие концентраций повышенной плотности.

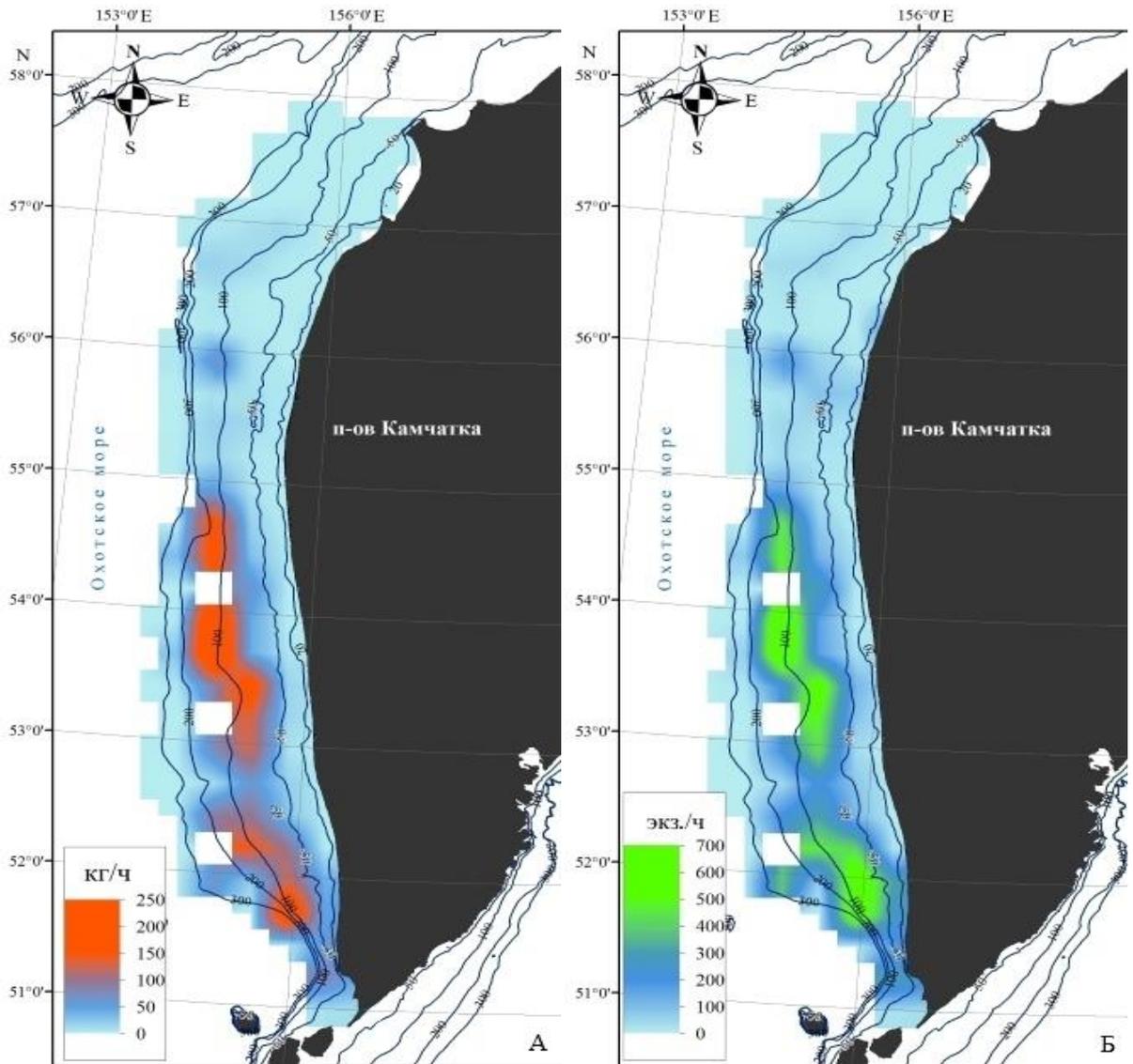


Рис. 5.1.2. Среднегодовое распределение уловов (А – кг/ч, Б – экз./ч) широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

С продвижением с юга на север встречаемость и уловы вида постепенно уменьшались. Особенно это заметно по снижению численности рыб в уловах (см. табл. 5.1.1). В южной части шельфа, от 51° до 53° с. ш., отмечена наиболее низкая средняя масса особей и довольно высокие показатели SPUE, что указывает на высокое количество мелкоразмерных рыб в уловах.

В исследованном районе *G. detrisus* встречался повсеместно в водах шельфа и верхней зоны материкового склона от 14 м до 300 м (чаще от 40 до 220 м) (табл. 5.1.3). Основная часть рыб (как по массе, так и по численности) была выловлена в диапазоне глубин от 40 до 160 м, причём до 100 м

показатели SPUE несколько выше, чем CPUE, что, в целом, соответствует общеизвестной закономерности увеличения длины (массы) особей с возрастанием глубины (Токранов, 1985а).

Таблица 5.1.3

Встречаемость (%), средние значения придонных температур (С°), CPUE (кг) и SPUE (экз.) широколобного шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* по диапазонам глубин на западнокамчатском шельфе в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Диапазон глубин, м	Средние показатели				Кол-во тралений
	Встречаемость, %	CPUE, %	SPUE, %	t, °C	
9–20	8,7	1,2	3,3	4,9	335
20,1–40	17,2	2,2	5,5	3,3	472
40,1–60	53,2	6,7	10,7	1,7	385
60,1–80	79,8	9,8	11,0	1,1	366
80,1–100	77,4	11,8	12,6	1,0	159
100,1–120	78,6	13,9	11,8	0,5	126
120,1–140	76,1	17,2	13,4	0,6	46
140,1–160	65,5	12,9	10,1	0,7	84
160,1–180	25,0	0,4	0,3	1,8	4
180,1–200	46,4	6,2	6,0	1,1	28
200,1–220	54,9	6,7	4,7	1,1	51
220,1–240	20,0	0,1	0,1	2,1	5
240,1–260	26,7	3,9	5,9	1,5	30
260,1–280	20,0	6,0	3,8	1,9	5
280,1–300	10,0	0,6	0,6		10
>300	1,3	0,2	0,2		75
<b>Итого</b>	<b>41,3</b>	<b>100,0</b>	<b>100</b>	<b>1,4</b>	<b>2181</b>

Согласно опубликованным данным, *G. detrisus* в прикамчатских водах обычно встречается при температуре воды у дна от -1,7 до 1,8 °C (Токранов 1985а; Борец 1989; Борец 1997; Терентьев, 1998; Матвеев, Стокоз, 2019). Полученные нами данные, в целом, хорошо согласуются с известными литературными источниками и в некоторой степени дополняют их. Уловы вида отмечались в широком диапазоне придонных температур от -1,0 до 8,7 °C. Стабильно высокие концентрации были приурочены к температурному фону от 0,5 до 1,7 °C, причём наибольшие уловы как в

штучном, так и весовом выражении, были получены при средних значениях температур у дна — от 0,5–1,0 °С (табл. 5.1.3). Небольшие уловы отмечались и в более прогретых (в среднем 4,9 °С) мелководных участках шельфа.

*M. polyacanthocephalus* — в исследуемом районе встречался повсеместно. Частота встречаемости составила около 79 %, однако наиболее крупные скопления, как по биомассе, так и по численности, отмечены в южной и средней части шельфа, от 52° до 55° с. ш. (рис. 5.1.3).

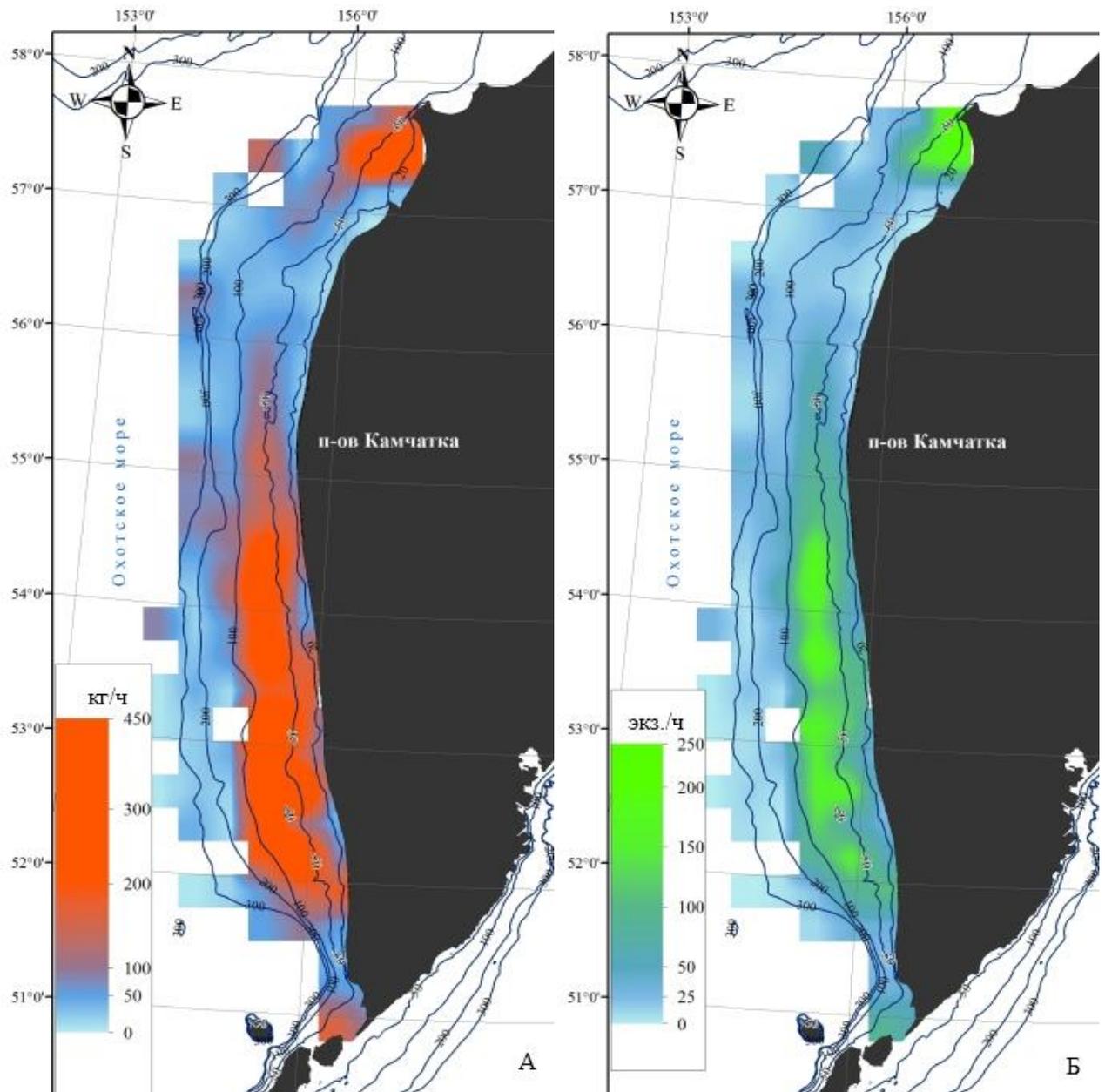


Рис. 5.1.3. Среднегодовое распределение уловов (А – кг/ч, Б – экз./ч) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

Максимальные средние уловы (CPUE и SPUE) рыб исследуемого вида зарегистрированы между 52° и 53° с. ш., где также отмечена наибольшая средняя масса особей — 2180 г (табл. 5.1.4). Высокая средняя масса рыб отмечена и между 56° и 57° с. ш., однако уловы в указанном диапазоне широт были минимальными (без учёта самого южного района от 50° до 51° с. ш.).

Таблица 5.1.4

Встречаемость (%), CPUE (кг), SPUE (экз.) и средняя масса (г) многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* и керчака-яока *M. jaok* в разных широтных участках западнокамчатского шельфа в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Показатели	Расположение участков тралений, ° с. ш.								Среднее
	50–51	51–52	52–53	53–54	54–55	55–56	56–57	57–58	
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>									
Встречаемость, %	50	85	86	83	87	76	64	70	79
Уловы за 1 ч траления:									
— CPUE, кг	17,0	73,4	224,5	149,7	157,7	59,9	43,6	122,0	127,2
— SPUE, экз.	10	44	103	85	94	39	20	77	69
Средняя масса, г	1700	1668	2180	1758	1682	1520	2173	1591	1837
<i>Myoxocephalus jaok</i>									
Встречаемость, %	50	85	50	66	76	68	66	61	67
Уловы за 1 ч траления:									
— CPUE, кг	2,2	38,4	44,1	36,2	36,9	28,3	15,7	19,4	32,4
— SPUE, экз.	1	34	39	31	35	37	17	20	31
Средняя масса, г	2220	1129	1119	1168	1054	765	946	980	1045
Кол-во тралений	2	334	370	363	310	253	295	243	2170

Отдельно стоит отметить наличие на севере района исследований, между 57° и 58° с. ш., скоплений повышенной плотности (см. рис. 5.1.3). В вышеуказанном диапазоне, также отмечена относительно низкая средняя масса рыб, что указывает на наличие в уловах мелкоразмерных особей рассматриваемого вида.

В районе проведения работ *M. polyacanthocephalus* присутствовал в уловах на глубинах от 12 м до 456 м. Высокие показатели встречаемости были характерны для широкого батиметрического диапазона — от 20 до 320 м (табл. 5.1.5). Наиболее плотные скопления отмечены на глубинах от 20–40 до

100 м, при температуре воды у дна, в среднем, от 1,0 до 3,6 °С. Максимальные уловы, как по массе, так и по численности, были характерны для глубин от 40 до 80 м, при температуре воды у дна от 1,1 до 1,8 °С.

Таблица 5.1.5

Встречаемость (%), средние значения придонных температур (С°), CPUE (кг) и SPUE (экз.) многоиглового керчака *Muhocephalus polyacanthocephalus* по диапазонам глубин на западнокамчатском шельфе в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Диапазон глубин, м	Средние показатели				Кол-во тралений
	Встречаемость, %	CPUE, %	SPUE, %	t, °С	
9–20	37,6	3,8	5	5,5	335
20,1–40	77,8	8,3	14	3,6	472
40,1–60	93,0	17,3	21	1,8	385
60,1–80	95,6	16,2	20	1,1	365
80,1–100	95,0	9,7	11	1,0	159
100,1–120	92,9	6,6	7	0,5	126
120,1–140	91,3	4,3	4	0,9	46
140,1–160	90,5	4,0	4	0,7	84
160,1–180	75,0	6,7	6	1,6	4
180,1–200	85,7	2,3	2	1,2	28
200,1–220	86,3	2,4	3	1,1	51
220,1–240	100,0	3,3	3	1,8	5
240,1–260	76,7	2,4	2	1,4	30
260,1–280	60,0	3,2	3	1,8	5
280,1–300	80,0	1,5	1	1,6	10
300,1–320	86,7	3,6	3	1,5	15
320,1–340	33,3	0,8	1	1,3	3
340,1–360	42,1	1,4	1	1,5	19
360,1–380	50,0	2,1	1	1,2	8
380,1–400	0,0	0,0	0	0,9	4
400,1–420	0,0	0,0	0	1,9	7
420,1–440	16,7	1,2	5	1,5	6
440,1–460	25,0	1,2	1	1,3	4
>460	0,0			0,6	9
<b>Итого</b>	<b>79,8</b>	<b>100,0</b>	<b>100</b>	<b>1,8</b>	<b>2181</b>

В целом, анализируя распределение *M. polyacanthocephalus* в зависимости от придонной температуры, можно констатировать, что в летний период, он массово встречался в довольно широком диапазоне температур от -1,0 до 12,0 °С. Полученные нами результаты хорошо согласуются с данными А.М. Токранова (1985а, 1986, 2017).

Распространение *M. jaok* у западного побережья Камчатки было относительно равномерным, при этом локализация скоплений повышенной плотности имела мозаичный характер (рис. 5.1.4). Вид встречался повсеместно, однако наиболее часто в двух диапазонах широт от  $51^{\circ}$  до  $52^{\circ}$  с. ш. и от  $54^{\circ}$  до  $55^{\circ}$  с. ш. В среднем, его частота встречаемости была ниже чем у *M. polyacanthocephalus* и составила около 67 %. При осреднении через  $1^{\circ}$ , стабильно высокие уловы (как по массе, так и по численности) зарегистрированы от  $51^{\circ}$  до  $56^{\circ}$  с. ш. (см. табл. 5.1.4).

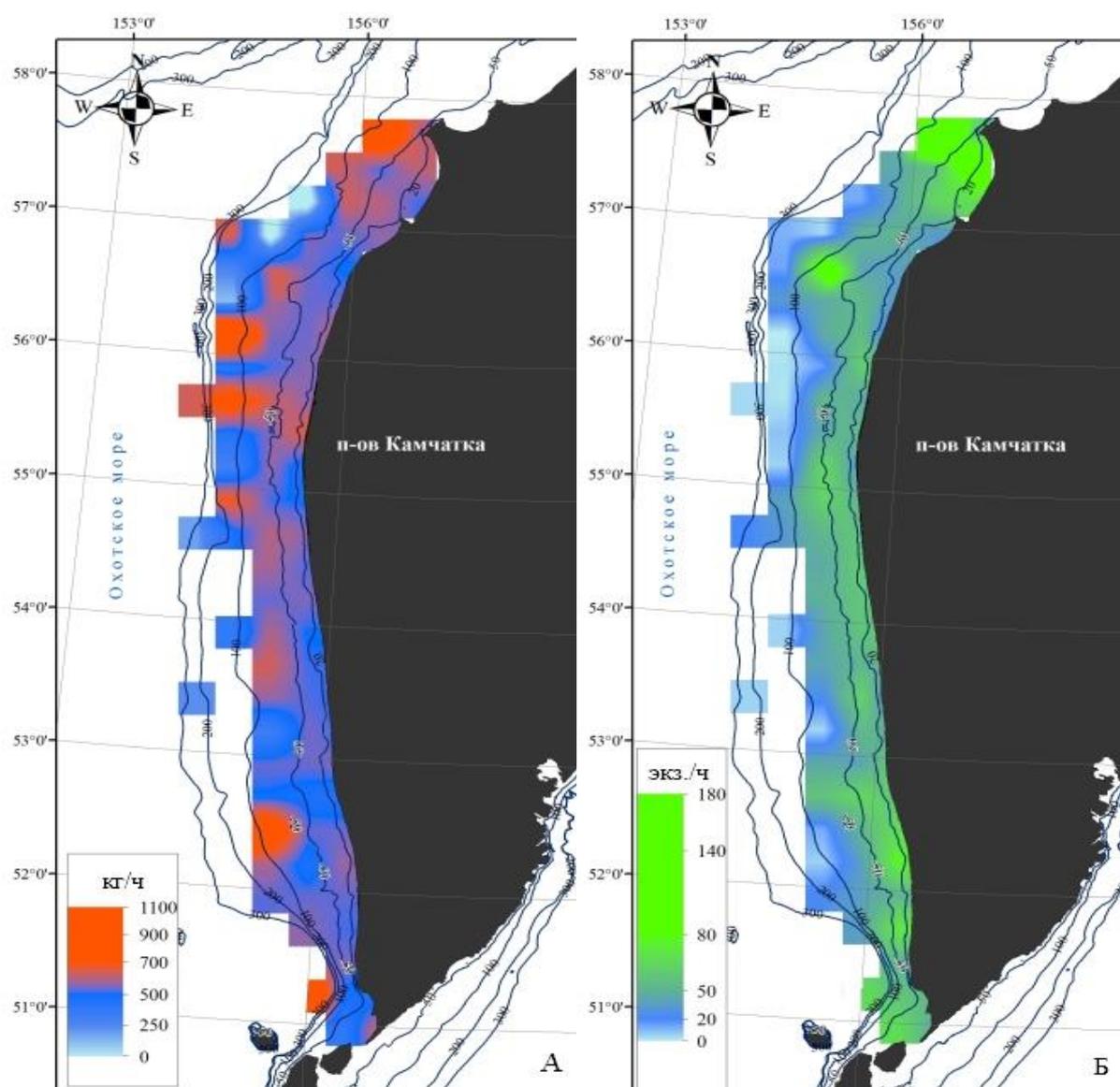


Рис. 5.1.4. Среднегодовое распределение уловов (А – кг/ч, Б – экз./ч) керчака-яока *Myoxocephalus jaok* у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

Максимальные средние уловы (CPUE и SPUE) *M. jaok* зарегистрированы между 52° и 53° с. ш. Относительно высокие показатели SPUE и минимальная средняя масса рыб отмечены в диапазоне широт от 55° до 56° с. ш. В целом, этот весовой показатель был несколько выше в уловах на юге района исследований, чем в северных диапазонах широт (56° до 58° с. ш.), что, как и в случае с *M. polyacanthocephalus*, вероятно, указывает на наличие здесь высокой доли мелкоразмерных рыб.

Можно предположить, что на севере исследованного полигона и в частности к югу от м. Южного расположен один из выростных районов керчаковых рыб. Как отмечал А.Л. Фигуркин (2002), для этого участка шельфа характерны наиболее теплые придонные температуры, где воды северной ветви Западно-Камчатского течения попадают в залив Шелихова. В результате часть шельфа, в районе мыса Южного, занята прогретыми и относительно распреснёнными водами антициклонической циркуляции. В.И. Чернявский с соавторами (1981) указывали, что в районе Усть-Хайрюзовского апвеллинга в летний период сохраняется повышенная продукционная способность и соответственно высокие показатели биомассы кормовых организмов. По всей видимости, совокупность этих факторов способствует формированию благоприятных условий обитания, как для крупных, так и в большей степени для мелкоразмерных рыб.

В исследованный период на западнокамчатском шельфе *M. jaok* встречался на глубинах от 12 до 367 м. Наиболее высокие значения частоты встречаемости и количество зарегистрированных за 1 час траления особей (как SPUE, так и CPUE) отмечены от наименьших глубин тралений до 60–80 м. В целом, уловы и частота встречаемости вида с глубиной понижались (табл. 5.1.6).

Известно, что в летний период *M. jaok* встречается в широком диапазоне положительных придонных температур от 0,0 (1,0) до 12,0 °С, но наибольшие уловы отмечены при температуре 3,0–4,0 °С (Токранов, 1985а, 1986). По нашим данным, исследуемый вид массово встречался при температуре у дна

от -0,5 до 12,0 °С, а единичные особи присутствовали в уловах и при более низких придонных температурах — до -1,0 °С. Высокая частота встречаемости и уловы вида отмечены на относительно небольших глубинах при температуре от 1,0 до 5,4 °С, а максимальные средние значения CPUE и SPUE зарегистрированы при температуре воды у дна в пределах 1,9–3,6 °С.

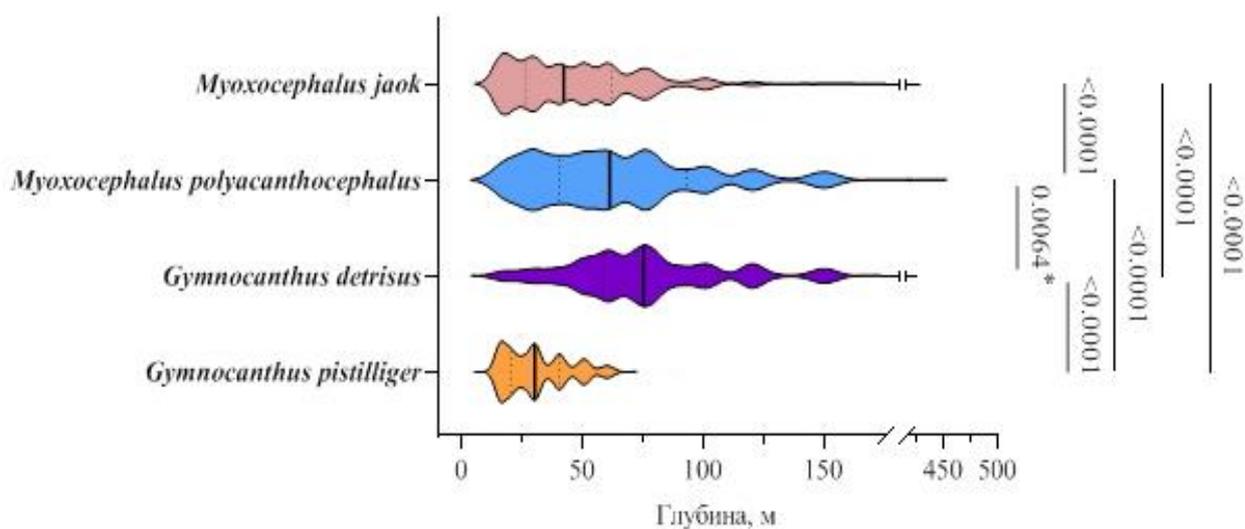
Таблица 5.1.6

Встречаемость (%), средние значения придонных температур (°С), CPUE (кг) и SPUE (экз.) керчака-яока *Myoxocephalus jaok* по диапазонам глубин на западнокамчатском шельфе в 2010–2019 гг. (интенсивность цвета зависит от величины значения)

Диапазон глубин, м	Средние показатели				Кол-во тралений
	Встречаемость, %	CPUE, %	SPUE, %	t, °С	
9–20	69,9	14,4	19,0	5,4	335
20,1–40	78,2	31,0	36,5	3,6	472
40,1–60	79,2	20,9	18,6	1,9	385
60,1–80	61,0	12,7	11,2	1,0	365
80,1–100	37,7	6,4	5,4	0,8	159
100,1–120	22,2	3,8	3,0	0,6	126
120,1–140	15,2	1,4	1,2	0,9	46
140,1–160	8,3	1,6	1,1	0,7	84
160,1–180	50,0	0,9	0,7	1,6	4
180,1–200	3,6	1,1	0,7	1,3	28
200,1–220	0,0	0,0	0,0		51
220,1–240	0,0	0,0	0,0		5
240,1–260	3,3	0,3	1,4		30
260,1–280	0,0	0,0	0,0		5
280,1–300	0,0	0,0	0,0		10
300,1–320	0,0	0,0	0,0		15
320,1–340	0,0	0,0	0,0		3
340,1–360	0,0	0,0	0,0		19
360,1–380	12,5	5,4	1,4	1,7	8
>380	0,0	0,0	0,0		30
<b>Итого</b>	<b>56,8</b>	<b>100,0</b>	<b>100</b>	<b>2,9</b>	<b>2181</b>

Подводя итог вышеизложенному, отметим, что районы наибольших концентраций всех исследуемых видов по биомассе и численности совпадали лишь частично. Это отмечено как по диапазонам широт, так и по глубинам.

Что касается батиметрического распределения исследуемых видов, то в отличие от керчаковых рыб, наиболее сильно различались диапазоны обитания у представителей рода *Gymnocanthus* (рис. 5.1.5). В целом для всех представленных видов характерна выраженная вертикальная зональность предпочитаемых диапазонов обитания, где встречаемость их наиболее высока. Значимые различия выявлены для каждого из исследованных видов ( $p < 0,01$ ) (рис. 5.1.5).



	<i>Gymnocanthus pistilliger</i>	<i>Gymnocanthus detrisus</i>	<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	<i>Myoxocephalus jaok</i>
n	817	972	1724	1389
Min	12	14	12	12
25% Percentile	20	58	40	26
Median	30	75	61	42
75% Percentile	40	101	93	62
Max	73	300	456	367
Mean	31,2	84,0	78,1	47,5
Std. Deviation	14,12	46,57	61,61	28,64

Рис. 5.1.5. Батиметрическое распределение и некоторые статистические показатели уловов рогатковых рыб у западного побережья Камчатки в 2010–2019 гг.

(\* – уровень значимости (p-value))

*Hemilepidotus cf. zapus*. По сведениям из литературных источников этот вид не встречается в водах Охотского моря (Токранов и др., 2003; Тупоногов, Кодолов, 2014). Однако автором данной работы во время донного ярусного промысла на ЯМС «Калкан» в ноябре 2018 г. был пойман один экземпляр этого вида (самка,  $TL$  — 26,0 см,  $m$  = 260 г) у юго-западной стороны

о. Атласова (Охотское море) (рис. 5.1.6). Примерные координаты поимки —  $50^{\circ}48'$  с. ш.,  $155^{\circ}30'$  в. д., в интервале глубин 250–260 м. Вероятно, единичные поимки этого вида возможны и с охотоморской стороны Северных Курильских островов.



Рис. 5.1.6. Чешуехвостый лучешейник *Hemilepidotus* cf. *zapus* (самка,  $TL = 26,0$  см,  $m = 260$  г), выловленный у юго-западной стороны о. Атласова (Северные Курильские острова, Охотское море). Фото автора

## 5.2. Многолетняя динамика биомассы рогатковых

Поскольку специализированные исследования рогатковых в прикамчатских водах были начаты лишь в 1970-х годах, вероятно, одни из первых оценок величины запасов (в межгодовом аспекте) наиболее массовых видов семейства содержатся в работе А.М. Токрановым (1985а). Расчёты запасов были произведены методом, предложенным З.М. Аксютинной (1968, 1970), по данным траловых съёмок, выполненных в период 1978–1982 гг. Общая биомасса рогатковых, в среднем за пятилетие, составляла около 93 тыс. т (Токранов, 1985а). Оценки запасов для достаточно широкого списка видов семейства рогатковых также содержатся в работе Л.А. Борца (1985б).

Даже с учётом имеющейся неопределённости, представленная им величина биомассы (около 86 тыс. т) вполне сопоставима с данными А.М. Токранова (1985а), для аналогичного периода. При этом, в своей работе, автор указывал на недоучёт биомассы по причине отсутствия тралений менее 20 м во время выполнения съёмов (Борец, 1985б).

Впоследствии, в разное время, были опубликованы сведения по величине запасов, в том числе отдельных видов семейства (Токранов, 1988а; Борец, 1988; Борец, 1997; Ильинский, Четвергов, 2001, Ильинский, 2007). Однако нередко в них представлены данные за относительно короткий промежуток времени или даже за конкретный год (Четвергов, 1998; Терентьев, 1998; Терентьев и др., 2013). Таким образом, имеющиеся в литературе сведения в некоторой степени разрознены, а иногда и противоречивы. Например, одной из таких работ является статья К.М. Горбатенко и А.Б. Савина (2012), в которой приведены оценки биомассы *G. pistilliger* в качестве кормового объекта для массовых демерсальных видов рыб. По данным вышеуказанных авторов, среднемноголетнее за период 2005–2010 гг. потребление нитчатого шлемоносца составляло порядка 25,5 тыс. т, соответственно запас должен быть на порядок выше, что, по нашему мнению, является завышенной оценкой. К тому же, годом ранее, А.Б. Савиным с соавторами (2011) опубликована работа, где приведены как среднемноголетние оценки запаса, так и рассчитанные значения для отдельных лет (1982–2010 гг.). Среднемноголетняя величина биомассы того же *G. pistilliger* составила лишь 7,27 тыс. т.

В недавно опубликованной работе В.П. Шунтова и О.С. Темных (2018) рассмотрены среднемноголетние оценки запасов для периода 1977–2010 гг. Авторы частично использовали данные А.Б. Савина с соавторами (2011). Несмотря на то, что в работах вышеуказанных исследователей имеются оценки биомасс наиболее массовых видов рогатковых, современные сведения о величине их запасов в этом районе ограничены 2010 г. (Савин и др., 2011; Горбатенко, Савин, 2012; Золотов и др., 2013).

Имеющиеся в нашем распоряжении современные данные, в том числе собранные лично автором в 2012–2019 гг., а также архивные и литературные материалы, позволили рассмотреть динамику биомассы представителей семейства рогатковых за максимально возможное, на сегодняшний день, количество лет (60 лет) проведения траловых съёмок у западного побережья Камчатки. Полученные величины запасов, по годам исследований, ранее были опубликованы (Матвеев, Терентьев, 2016; Матвеев, Стокоз, 2019; Матвеев, 2020а) и в данной работе дополнены оценками за отдельные годы, взятыми из литературных источников (Токранов, 1985а; Савин и др., 2011) (рис. 5.2.1).

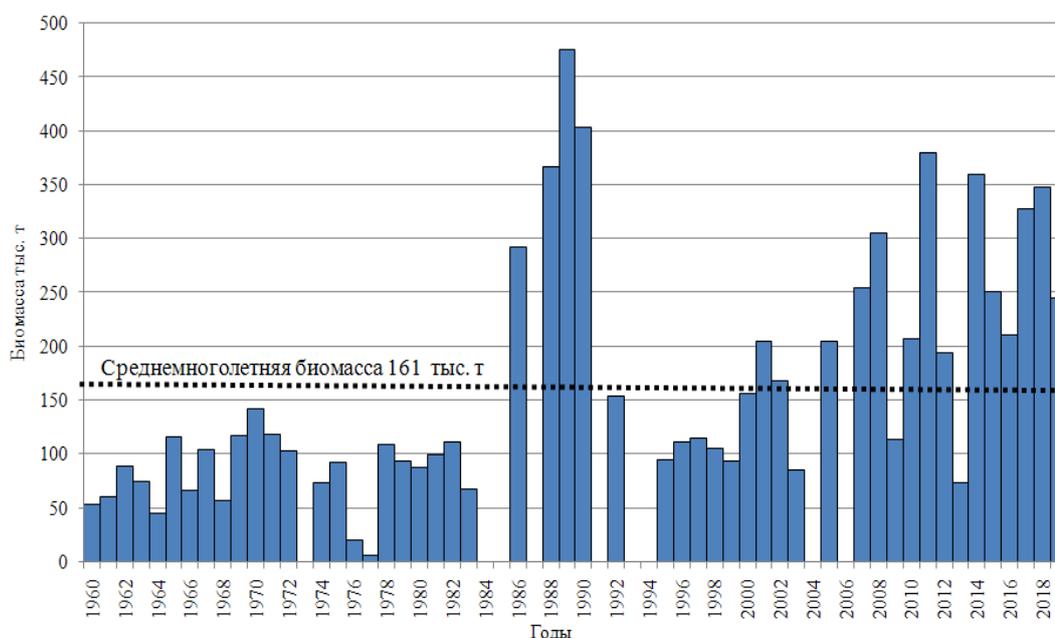


Рис. 5.2.1. Динамика биомассы рогатковых у Западной Камчатки в 1960–2019 гг. (дополнительно привлечены данные за 1980 и 1982 гг. (Токранов, 1985а), с 1996–1999 гг. и 2002 г. (Савин и др., 2011))

По результатам выполненных расчётов, в 1960–1983 гг. средняя величина запасов рогатковых находилась на низком уровне и составляла в среднем около 83 тыс. т. Однако с 1986 по 1992 гг. биомасса семейства значительно увеличилась (в среднем, около 338 тыс. т), достигнув исторического максимума в 475 тыс. т (1989 г.) (рис. 5.2.1). Стоит отметить, что после 1983 г. и до 1995 г., донные траловые съёмки у западного побережья

Камчатки проводились нерегулярно. С 1993 по 1999 гг. величина запасов заметно снизилась и в среднем составила около 104 тыс. т.

На современном этапе, начиная с 2000 г., в целом, отмечено устойчивое увеличение численности, и, соответственно, общей величины запаса рогатковых. За исключением отдельных лет (2003, 2009 и 2013 гг.), их биомасса превышала или была близка к среднемуголетнему значению, равному 161 тыс. т (рис. 5.2.1). В период 2000–2009 гг. наблюдался рост запасов, в среднем около 186 тыс. т. По результатам донных траловых съёмки, в 2010–2019 гг., общая тенденция к увеличению запасов подтвердилась, и по современным оценкам биомасса рогатковых на шельфе западного побережья Камчатки в среднем составила 259 тыс. т.

Рассмотрев изменения биомассы семейства за весь период исследований (рис. 5.2.1), отмечено, что наиболее низкие оценки совпали с периодом интенсивного промыслового пресса в 1956–1980 гг. (Золотов и др., 2013). Пик биомассы рогатковых пришелся на вторую половину 1980-х годов, а последовавшее затем снижение (в 1990-х г.), по всей видимости, не было обусловлено промыслом по причине уменьшения его интенсивности после введения исключительной экономической зоны в 1978 г. и запрета использования донных тралов в 1981 г. Подобное мнение, касательно причин снижения запасов, вполне соответствует результатам работ ряда авторов (Благодеров и др., 1982; Шунтов, 1985; Борец, 1997). На резкий рост биомассы во второй половине 1980-х годов, вероятно, оказало влияние аккумулятивное воздействие как внешних, так и внутривидовых факторов (Золотов и др., 2013). Дополнительным аспектом является то, что с 1980-х отмечалось «эпохальное» потепление в северной части Тихого океана и только последние годы наметилась обратная тенденция. Это, в свою очередь, также могло оказать непосредственное влияние (Глебов и др., 2003; Шунтов, 2019; Connors et al., 2002).

В последнее десятилетие величина биомассы семейства рогатковых находилась на стабильно высоком уровне, превышающим среднемуголетнее

значение. По всей видимости, динамика запасов рогатковых, в основном, определяется естественными причинами, а не антропогенным воздействием. Аналогичное мнение ранее было высказано А.О. Золотовым с соавторами (2013).

Дифференцированный по видам анализ уловов показал, что основу биомассы рогатковых на шельфе Западной Камчатки составляли керчаковые рыбы рода *Myoxocephalus*, шлемоносные бычки рода *Gymnocanthus* и получешуйники рода *Hemilepidotus*. Отметим, что одни из первых учётных работ, с наиболее полным определением видов, были выполнены в 1978–1979 гг. и 1981–1983 гг. Несмотря на это, в целом, до 1986 г. оценки запасов рогатковых производили обобщенно для всего семейства, и, как правило, без разделения по родам или видам. В связи с чем, далее рассмотрены данные траловых съёмок с 1986 по 2019 гг. (рис. 5.2.2А). Дополнительно продемонстрирована структура биомассы рогатковых для периода 2010–2019 гг. (рис. 5.2.2Б).

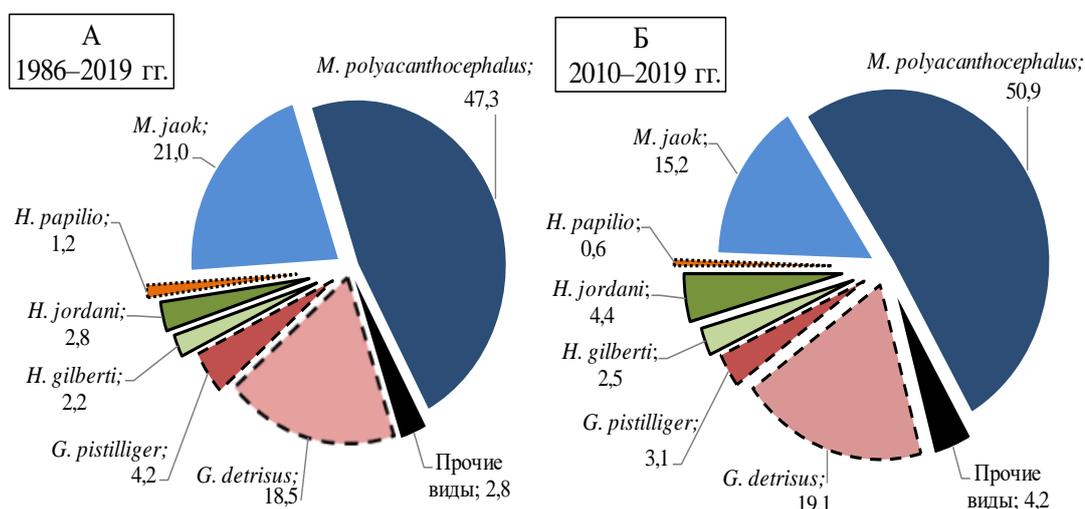


Рис. 5.2.2. Доля (%) массовых видов рогатковых в общей биомассе семейства в 1986–2019 гг. (А) и 2010–2019 гг. (Б)

Как отмечалось ранее, динамика запасов рогатковых определялась, в основном, изменениями биомассы керчаковых рыб рода *Myoxocephalus* (Золотов и др., 2013; Матвеев, Терентьев, 2016; Матвеев, 2020а). Среди них только два вида *M. polyacanthocephalus* и *M. jaok* абсолютно доминировали по

величине запасов. Их суммарных вклад, в среднем, составил около 68 % для всего рассматриваемого периода и несколько уменьшился в последнее десятилетие за счёт снижения доли *M. jaok* (рис. 5.2.2Б). Вклад остальных представителей рода *Myoxocephalus* был в разы меньше, и мы объединили их с группой «прочие виды» рогатковых рыб. В эту группу также попали представители родов *Artediellus*, *Icelus*, *Triglops* и др. Далее в данной работе их не рассматриваем.

*M. polyacanthocephalus* — наиболее значимый, с точки зрения величины запасов, вид семейства рогатковых, обитающий у западного побережья Камчатки. Его биомасса варьировала от 29 (2013 г.) до 206 тыс. т (1988 г.) составив, в среднем, около 107 тыс. т (рис. 5.2.3А).

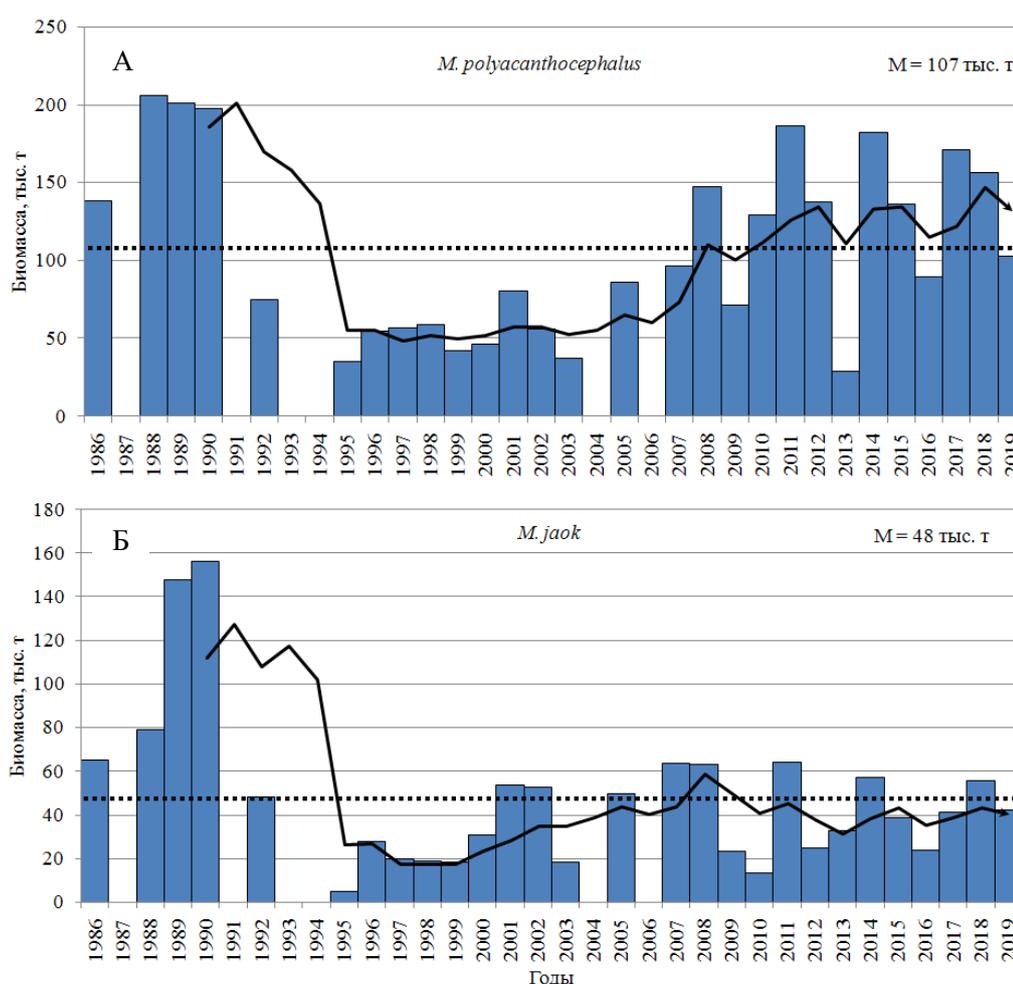


Рис. 5.2.3. Динамика биомассы многоиглового керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (А) и керчака–яока *M. jaok* (Б) у западного побережья Камчатки (данные с 1996–1999 гг. и 2002 г. (Савин и др., 2011)) (пунктирной линией обозначен среднегодовалый уровень)

Стоит отметить, что в 2013 г. в связи с ограниченными сроками работ, были исключены станции на глубинах более 100–150 м, где обычно отмечаются повышенные уловы этого вида. Вероятно, это привело к недоучёту части популяции и заниженным оценкам его биомассы. В период 2000–2019 гг. отмечена положительная динамика запасов *M. polyacanthocephalus*. Результаты учётных работ 2019 г. показали снижение биомассы до 103 тыс. т, что несколько ниже среднемноголетнего значения (рис. 5.2.3А).

Второй представитель доминирующего рода — *M. jaok*. Среднемноголетний уровень биомассы в рассматриваемый период составил 48 тыс. т (рис. 5.2.3Б). Наибольшие величины запасов отмечены в 1989 и 1990 гг. и составили 148 и 156 тыс. т, соответственно. Наименьшие значения приходились на 1995 г. (около 5 тыс. т) и 2010 г. (около 13 тыс. т), что, по нашему мнению, является заниженными оценками. Если принимать во внимание результаты траловых съёмов только за последние десять лет, то среднемноголетний уровень биомассы составил около 39 тыс. т. Таким образом, запасы *M. jaok* на современном этапе (2010–2019 гг.) близки к среднемноголетнему уровню для рассматриваемого периода (рис. 5.2.3Б).

Род шлемоносных бычков *Gymnocanthus* занимал второе место по вкладу в общую биомассу семейства, его доля составила свыше 22 % (рис. 5.2.2). *G. detrisus* — является многочисленным и повсеместно встречающимся видом (Токранов, 2017а). Его среднемноголетняя биомасса у западного побережья Камчатки в 1986–2019 гг. занимала третье место среди представителей семейства рогатковых и составила около 42 тыс. т (рис. 5.2.2А и рис. 5.2.4А).

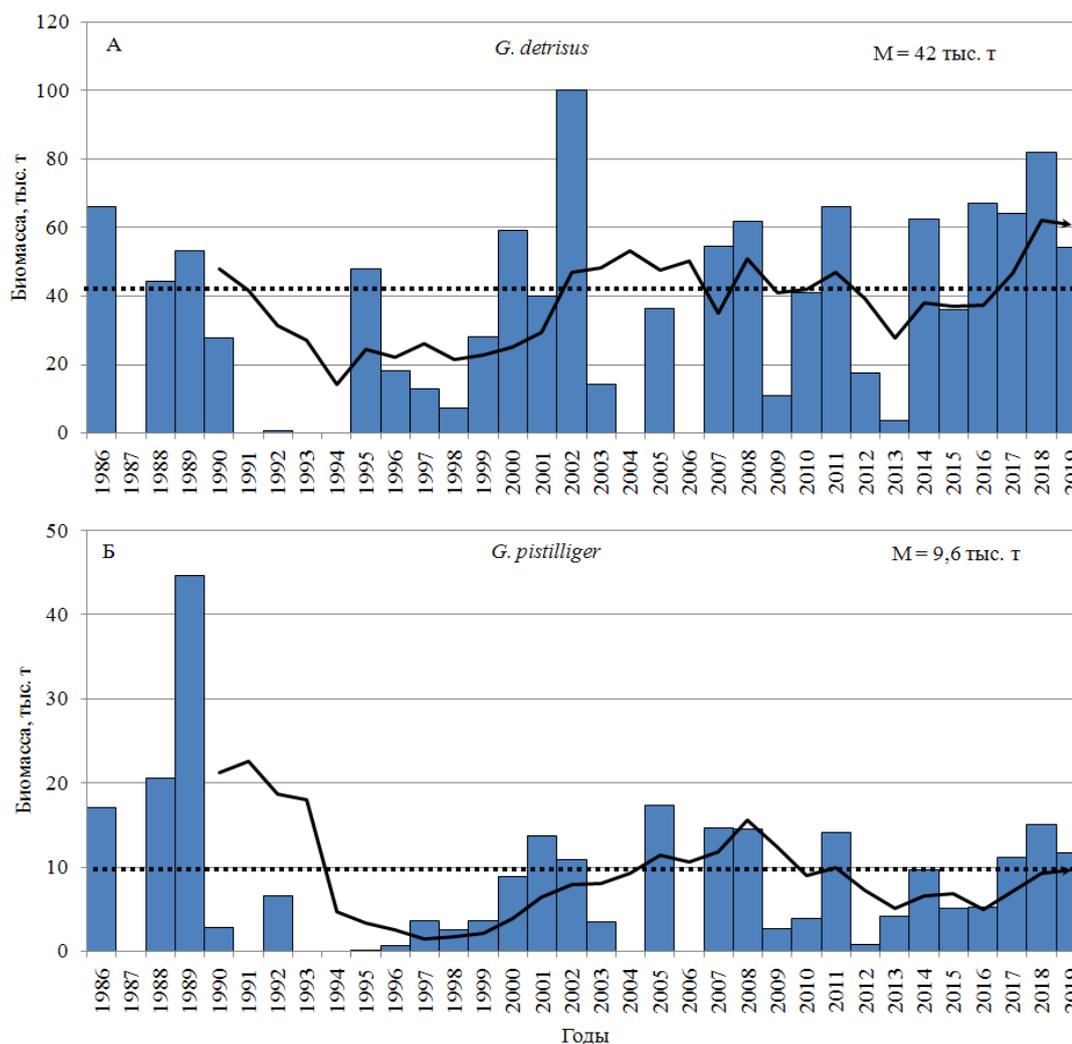


Рис. 5.2.4. Динамика биомассы широколобого шлемоносца *Gymnocanthus detrisus* (А) и нитчатого шлемоносца *G. pistilliger* (Б) у западного побережья Камчатки (данные с 1996–1999 гг. и 2002 г. (Савин и др., 2011)) (пунктирной линией обозначен среднемноголетний уровень)

Однако по результатам донных траловых съёмок, выполненных в последние десять лет, отмечен рост запаса вышеуказанного вида, который в среднем составил более 49 тыс. т (Матвеев, Стокоз, 2019). Причём в отдельные годы, в 2014, 2016 и 2017 гг. учтённая биомасса оценена более 60 тыс. т, а в 2018 г. она превысила 80 тыс. т. Величина запаса, полученная по результатам работ в 2013 г., явно занижена по тем же причинам, которые были указаны для *M. polyacanthocephalus*. Таким образом, на современном этапе (2010–2019 гг.) *G. detrisus* занимает второе место по величине запасов среди рогатковых, обитающих на западнокамчатском шельфе (рис. 5.2.2Б) (Матвеев, 2020б).

*G. pistilliger* — считается промысловым видом, однако, практически не используется, оставаясь перспективным объектом рыболовства (Токранов, 1987; Панченко, 2013). Согласно сведений из работы В.П. Шунтова и О.С. Темных (2018), среднемноголетний уровень биомассы *G. pistilliger* западнокамчатского шельфа для периода 1977–2010 гг. был равен 12,7 тыс. т. По результатам нашего исследования среднемноголетняя величина запаса этого вида в период 1986–2019 гг. была ниже и составила около 9,6 тыс. т (рис. 5.2.4Б). При выполнении расчётов были приняты во внимание возможные ошибки, вызванные неверным определением вида (за *G. pistilliger* принимался другой вид рода *Gymnocanthus*) (Баланов, Матвеев, 2018).

По результатам донных траловых съёмок, выполненных в 2010–2019 гг., средний уровень запаса *G. pistilliger* снизился до 8 тыс. т, а доля от общей биомассы семейства составила 3,1 % (рис. 5.2.2Б). По всей видимости, одной из причин такого снижения средних показателей является крайне низкая величина запаса в 2012 г. Без учёта данных вышеуказанного года, средний уровень биомассы составил около 9 тыс. т, что близко к среднемноголетнему уровню периода 1986–2019 гг. В последние 3 года величина запаса составляла более 11 тыс. т (в 2018 около 15 тыс. т), что выше среднемноголетнего значения и может свидетельствовать о стабильном состоянии популяции.

Третьим, по вкладу в общую биомассу семейства рогатковых, является род получешуйных бычков *Hemilepidotus*. За весь рассматриваемый период его доля составляла около 6,2 %, и в последнее десятилетие увеличилась до 7,5 %, главным образом, за счёт роста запасов белобрюхого получешуйника (рис. 5.2.2).

*H. jordani* — наиболее крупный представитель рода, среднемноголетняя величина запаса которого составляла около 6,5 тыс. т для всего рассматриваемого периода (рис. 5.2.5А). В последние десять лет учтённая биомасса вида увеличилась почти в два раза (в среднем 11,5 тыс. т) и в 2017 г. достигла максимального значения за всю историю наблюдений для данного

района. В 2017–2019 гг. средний уровень запаса оценивался в 21 тыс. т. Минимальная учтённая биомасса за последнее десятилетие отмечена в 2013 г., также, как и у большинства видов, описанных ранее (рис. 5.2.5А).

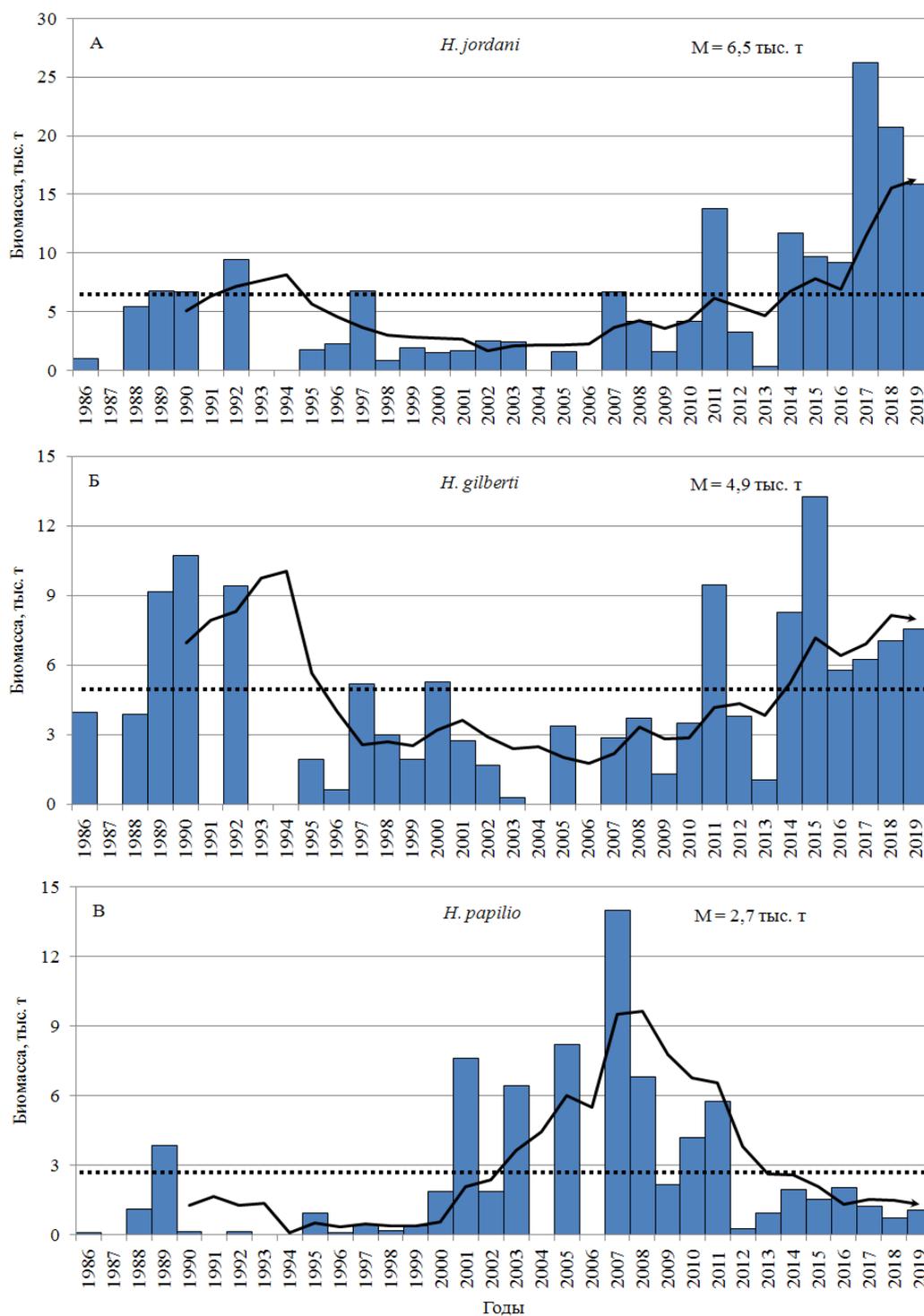


Рис. 5.2.5. Динамика биомассы белобрюхого получешуйника *Hemilepidotus jordani* (А), получешуйника Гилберта *H. gilberti* (Б) и бычка-бабочки *H. papilio* (В) у западного побережья Камчатки (данные с 1996–1999 гг. и 2002 г. (Савин и др., 2011)) (пунктирной линией обозначен среднемноголетний уровень)

*H. gilberti* и *H. papilio* занимали соответственно второе и третье место по среднемуголетним величинам запасов среди рода *Hemilepidotus*. Биомасса первого, в 1986–2019 гг. составляла около 4,9 тыс. т и в последнее десятилетие возросла, до 6,6 тыс. т (рис. 5.2.5Б). Высокий уровень запаса свыше 9 тыс. т отмечен в 1989, 1990 и 1992 гг., а также в современный период — в 2011 и 2015 гг. При этом для последнего из указанных годов отмечен максимальный, за всю историю наблюдений, уровень биомассы вида (13,3 тыс. т).

Величина запаса *H. papilio* в 1986–2019 гг. в среднем составила около 2,7 тыс. т и в последнее десятилетие снизилась до 1,9 тыс. т (рис. 5.2.5В). По результатам расчётов максимальное значение учтённой биомассы, около 14 тыс. т, отмечено в 2007 г.

Следует отметить, что динамика биомассы последних двух видов находилась в противофазе друг к другу. Это можно объяснить как естественными причинами, связанными с особенностями биологии и экологии двух близкородственных видов, так и неверной их видовой идентификацией в отдельные годы, как и в случае с двумя видами рода *Gymnocanthus* (Баланов, Матвеев, 2018). В пользу второго предположения также указывает то, что особей *H. jordani* сложно спутать с другими представителями рода, однако *H. gilberti* и *H. papilio* внешне довольно схожи. В летний нерестовый и преднерестовый период самки и самцы могут заметно отличаться из-за выраженного полового диморфизма. Этот факт мог вносить некоторую путаницу при видовой идентификации рыб.

Проблема неверного определения представителей рода *Hemilepidotus* известна не одно десятилетие (Токранов и др., 2003). В этой работе, авторы привели свидетельства и факты известных им ошибок (вплоть до 2000-х гг.) и связали это с недооценкой вариабельности диагностических признаков, которые подвержены значительной индивидуальной и возрастной изменчивости. Ими были предложены дополнительные диагностические признаки для видов рода *Hemilepidotus* (Токранов и др., 2003). В данной работе, мы учитывали вышеописанные факторы, тем не менее, вопрос

корректной видовой идентификации *H. gilberti* и *H. papilio* за отдельные годы остаётся дискуссионным.

Подводя итог, можно заключить, что в целом состояние запасов основных представителей семейства рогатковых находится на уровне близком к среднеголетнему, а в некоторых случаях заметно превышает его. Сравнив данные за последнее десятилетие, стоит отметить оценки запасов, полученные по результатам донной траловой съёмки 2013 г., когда по техническим причинам были сокращены часть глубоководных (относительно рассматриваемого диапазона глубин) станций. У большинства описанных видов в этот год отмечался крайне низкий уровень биомассы. Таким образом, несомненно, можно констатировать значительный недоучёт запасов, как отдельных видов, так и всего семейства рогатковых в 2013 г. Это, в свою очередь, указывает на важность проведения полномасштабных донных съёмок с выполнением максимального количества траловых станций и необходимость оснащения научных судов качественным и современным оборудованием.

## ГЛАВА 6. ПРОМЫСЕЛ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОГАТКОВЫХ РЫБ

Традиционные промысловые объекты — минтай, треска, навага, камбалы, палтусы и др., ежегодно добываются в значительных объёмах. При их промысле также вылавливают и другие виды, составляющие так называемый «прилов», которые, как правило, не идут в последующую переработку (Токранов, 2002; Орлов, 2004; Терентьев, 2006; Reuter, TenBrink, 2008; Терентьев и др. 2019; Василец и др. 2019; Матвеев и др. 2019). Проблема обязательного и максимального использования видов прилова путем полной переработки на промысловых судах, либо на береговых базах, обсуждается уже не одно десятилетие (Токранов, 1985а, 2014, 2017; Кочиков, 1997а; Винников, Терентьев, 1998, 2001; Munkner, 2001; Иванов А., 2002; Aurekkoetxea, Perera, 2002; Орлов, 2004; Терентьев, 2006; Голенкевич, Майсс, 2014а, 2014б, 2014в, 2015). Однако и сегодня, одним из наиболее актуальных вопросов в управлении рыболовством продолжает оставаться рациональное использование видов прилова при ведении промыслов.

В 1997 г. межведомственная ихтиологическая комиссия Российской Федерации приняла решение подготовить комплексную программу исследований и экспериментальных работ по оценке величины прилова для различных акваторий российского промысла и ввести в практику рыболовства выделение «сблокированных» и «сбалансированных» квот. Кроме этого рекомендовано разработать новые Правила рыболовства, учитывающие специфику каждого вида промысла (Кочиков, 1997). В 2018 г. вступили в силу изменения в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. На основании которых разрешался прилов ВБР не поименованных в разрешении, при условии, что на них установлен общий допустимый улов (ОДУ). Их вылов разрешался при осуществлении рыболовства с доставкой и выгрузкой уловов в живом, свежем или охлажденном виде в места переработки (Приказ № 228 от 04.06.2018 г.).

Необходимость соблюдения меняющихся Правил рыболовства и возможность использования современных технологий и оборудования мотивирует рыбную промышленность создавать продукцию с использованием нового сырья, вовлекая в оборот малоиспользуемые виды ВБР, к которым можно отнести и представителей семейства рогатковых. Как было показано выше, они обладают значительной биомассой, а в совокупности с довольно крупными размерами, несомненно, могут служить объектами рыболовства. Тем не менее, специализированный промысел отсутствует, поскольку они редко образуют «чистые» скопления. В своей работе А.М. Токранов (1985а) упоминал, что в отдельные годы были попытки организации в феврале-апреле специализированного промысла получешуйников *Hemilepidotus* с океанской стороны островов Шумшу и Парамушир, когда эти рыбы образуют относительно плотные скопления, однако они оказались нерезультативными. В целом, суммарная величина ежегодного рекомендованного вылова массовых представителей этого семейства в прикамчатских водах оценивается в пределах 50–60 тыс. т. Несмотря на это, их ресурсы у берегов Камчатки сегодня существенно недоиспользуются, а фактическая величина вылова статистикой, большинстве случаев, достоверно не отражается (Шунтов, 1985; Борец, 1997; Богданов и др., 2005; Токранов, 1988а, 1990, 2002, 2009, 2014).

Некоторые сведения о вылове рогатковых для всех прикамчатских вод имеются с начала 1960-х годов. Основной вылов осуществлялся судами маломерного флота, но несколько позднее, с начала 1970-х годов, увеличилась доля изъятия судами типа СРТМ и БМРТ (Токранов, 1985а). По данным того же автора, вылов в 1963–1983 гг. колебался в пределах 5–7 тыс. т. Однако эти оценки приведены для прикамчатских вод, без деления по районам или подзонам. В своей работе А. М. Токранов (1985а) высказал предположение, что до 1974 г. вылов рогатковых, преимущественно осуществлялся у западного побережья Камчатки, а уже в 1980-е годы вылов у обоих побережий практически сравнялся.

Несмотря на наличие относительно новых работ, где обосновывается необходимость и перспективы использования рогатковых (Токранов, 2002, 2014, 2017, 2018; Югай, 2008, 2009а, б и др.) в литературе практически отсутствуют современные сведения о величине и динамики вылова, а также сезонности промысла этой группы видов. Некоторая разрозненная информация по величине прилова рогатковых на различных видах промысла содержится в работах, посвященных многовидовому рыболовству и структуре уловов (Орлов, 2004; Балыкин, Терентьев, 2004; Терентьев и др., 2005; Терентьев, 2006; Буслов, 2006; Балыкин и др., 2007; Бадаев, 2018; Терентьев и др., 2019; Василец и др., 2019; Василец и др., 2019а; Матвеев и др., 2019).

Появление и развитие (ОСМ) «Рыболовство» позволило аккумулировать сведения по вылову рогатковых за 2001–2019 гг. И, несмотря на то, что имеющаяся статистика, очевидно, не отражает в полной мере масштабы изъятия, тем не менее, это официальные данные с промысла, которые демонстрируют общие закономерности.

### **6.1. Современное состояние промысла рогатковых**

По данным официальной статистики, у западного побережья Камчатки в среднем изымали 5,4 тыс. т рогатковых (рис. 6.1.1). Наименьший вылов около 1,8 тыс. т зарегистрирован в 2016 г., а максимальный в 2001, 2005 и 2015 гг. (около 11 тыс. т), что вполне сопоставимо с объемами вылова тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* у западной Камчатки в отдельные годы. Согласно данным ОСМ, её вылов в 2003, 2007 и 2014 гг. составлял также около 11 тыс. т.

Масштабы изъятия рогатковых заметно отличались как по годам исследований, так и по рыбопромысловым подзонам. Вылов рогатковых в 2001–2019 гг. в Западно-Камчатской (61052) подзоне варьировал от 0,5 (2013 и 2016 гг.) до 4,8 (2001 г.) тыс. т, а в Камчатско-Курильской (61054) — от 1,4 (2009 и 2016 гг.) до 9,9 (2005 г.) тыс. т (рис. 6.1.1). Среднегодовой вылов

в Западно-Камчатской подзоне составил около 1,7 тыс. т, тогда как в Камчатско-Курильской он был в два раза выше — около 3,7 тыс. т, что связано с наличием большого количества крупных рыбоперерабатывающих предприятий и, соответственно, интенсивным снюрреводным промыслом в этом районе.

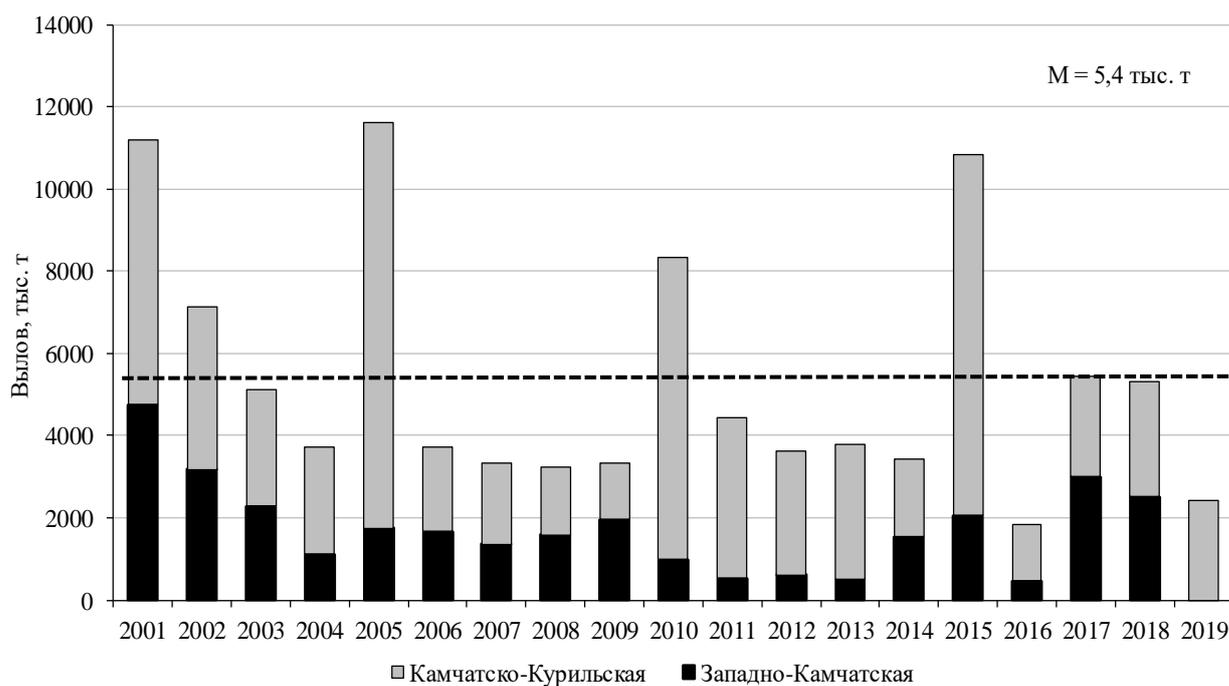


Рис. 6.1.1. Вылов рогатковых у западного побережья Камчатки по рыбопромысловым подзонам в 2001–2019 гг. (данные из ОСМ «Рыболовство», пунктирной линией обозначен среднемноголетний уровень)

Динамика вылова рогатковых имела ярко выраженный сезонный характер. В Западно-Камчатской подзоне максимум вылова отмечен в январе, затем следовало резкое снижение интенсивности промысла — вплоть до августа-сентября. В декабре вылов вновь резко возрастал (рис. 6.1.2). Причём, по данным ОСМ его основу формировали не только снюрреводы, но и разноглубинные тралы. Такая динамика, в целом, совпадает с периодом масштабного промысла тихоокеанского минтая *Theragra chalcogramma*, при добычи которого также вылавливают рогатковых, в качестве прилова (Матвеев и др., 2019).

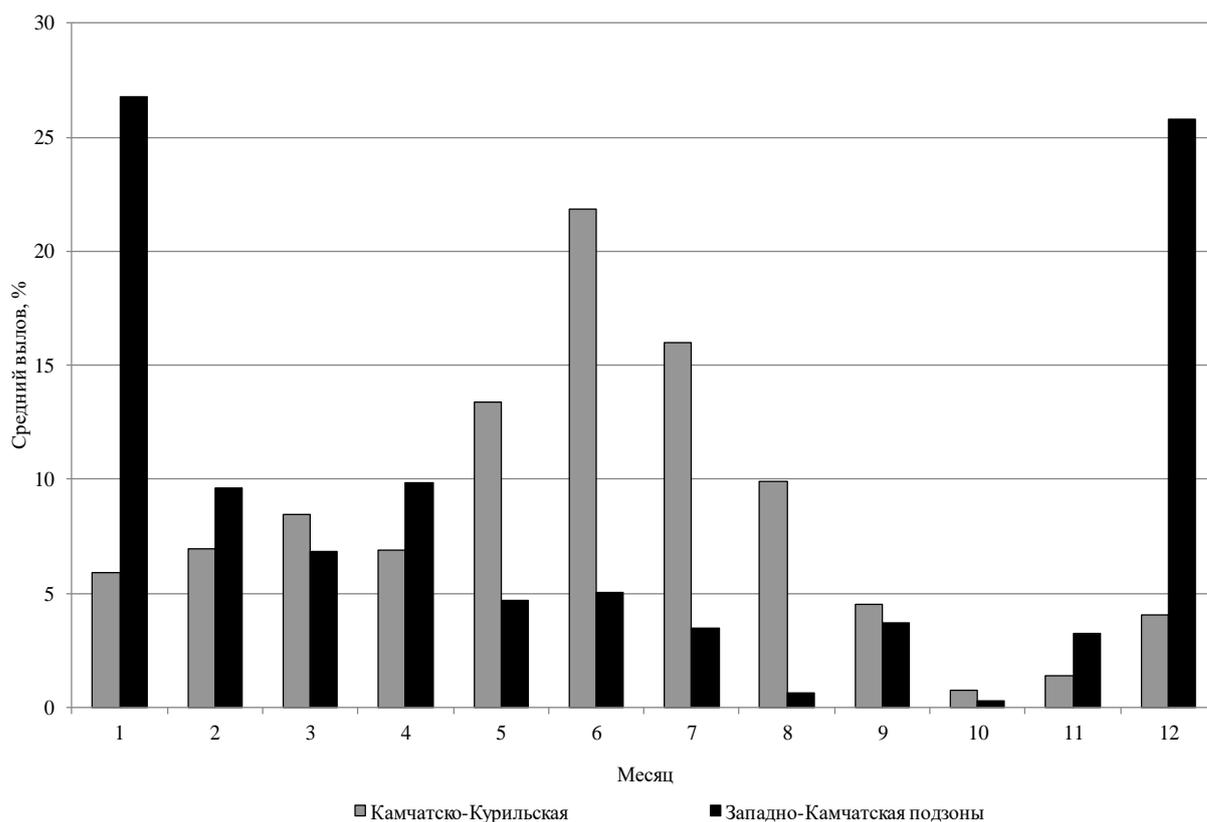


Рис. 6.1.2. Динамика вылова рогатковых у западного побережья Камчатки по рыбопромысловым подзонам и месяцам промысла (среднеголетние данные, 2010–2019 гг.)

В Камчатско-Курильской подзоне вылов увеличивался с января по июнь, затем в период с июля по октябрь снижался, а в ноябре-декабре интенсивность промысла несколько возрастала (рис. 6.1.2). Основной вылов, более 60 %, приходится на летний период с мая по сентябрь и осуществлялся преимущественно маломерным флотом.

Анализ промысла по данным из ОСМ показал, что в целом, у западного побережья Камчатки снюрреводами вылавливали около 99 % от общего объёма изъятия рогатковых. Донными и разноглубинными тралами, суммарно, добывали лишь около 1 % (Матвеев, Терентьев, 2016). Причём, в ОСМ практически отсутствуют данные о вылове рогатковых при осуществлении ярусного промысла. Тем не менее, по сведениям научных наблюдателей, работавших на промысле в разные периоды времени, а также по личным наблюдениям автора во время работ на ярусоловах СРТМ «Финвал»,

СЯМ «Аланетт» и СЯМ «Калкан», рогатковые являются постоянными объектами прилова при ведении специализированного ярусного промысла (Матвеев и др., 2019).

В связи с вышесказанным, проведено сравнение видового состава уловов на основных видах промысла (разноглубинные тралы, снюрреводы и донный ярус) у западного побережья Камчатки. Анализ современной информации позволил оценить соответствие официальной промысловой статистики и данных контрольного лова в последние годы. В дальнейшем, это может быть использовано для повышения качества прогнозирования состояния запасов и рекомендованного вылова рогатковых. Для этого были использованы данные по количественному и качественному составу уловов, собранные сотрудниками КамчатНИРО на промысловых судах в районе исследований в 2003–2017 гг. (всего 2317 промысловых операций, табл. 6.1.1), а также первичные материалы из ОСМ (Пырков и др., 2015).

Таблица 6.1.1

Список судов, на которых выполнялись наблюдения за структурой уловов, и количество промысловых операций по районам, орудиям лова и годам исследований

№	Название судна	Подзона	Орудие лова	Кол-во операций	Период исследований	
1	2	3	4	5	6	
1	РТМС «Багратион»	61052	трал р/гл*	10	01.2003	02.2003
2	МФТ «Иоланта»	61052	трал донный	72	11.2003	12. 2003
3	БАТМ «Бородино»	61052	трал р/гл	38	02.2004	03.2004
4	СЯМ «Калкан»	61052	ярус донный	8	02.2004	
5	РТМС «Багратион»	61052	трал р/гл	46	02.2005	03.2005
6	РТМС «Багратион»	61052	трал р/гл	18	02.2005	03.2005
7	РТМКС «Василий Каленов»	61052	трал р/гл	24	02.2005	03.2005
8	МРС-150 № 075	61052	снюрревод	21	06.2005	
9	СЯМ «Муравьев-Амурский»	61052	ярус донный	124	01.2007	04.2007
10	СРТМ «Арктик Лидер»	61052	трал р/гл	26	11.2009	12.2009
11	СТР «Рязановка»	61052	снюрревод	6	03.2012	
12	ПЗ «Святой Владимир»	61052	снюрревод	18	03.2013	
13	БАТМ «Сероглазка»	61052	трал донный	10	04.2014	
14	БАТМ «Сероглазка»	61052	трал р/гл	40	02.2014	04.2014

Продолжение таблицы 6.1.1

1	2	3	4	5	6	
15	СТР «Пограничник Кирдищев»	61052	снюрревод	25	01.2015	02.2015
16	СРТМ «Финвал»	61052	ярус донный	73	12.2014	01.2015
17	БАТМ «Михаил Старицын»	61052	трал р/гл	89	02.2015	04.2015
18	РС «Сибирь»	61052	снюрревод	9	03.2016	
19	СРТМ «Пограничник Кирдищев»	61052	снюрревод	84	03.2016	06.2016
20	БАТМ «Иртышск»	61052	трал р/гл	22	02.2016	04.2016
21	БАТМ «Михаил Старицын»	61052	трал р/гл	28	04.2016	05.2016
22	БАТМ «Михаил Старицын»	61052	трал р/гл	36	02.2017	03.2017
23	РС «Сибирь»	61052	снюрревод	20	02.2017	
24	БАТМ «Иртышск»	61052	трал р/гл	42	03.2017	04.2017
25	РТМС «Багратион»	61054	трал р/гл	65	01.2003	03.2003
26	МРТК-316	61054	снюрревод	69	08.2003	09.2003
27	БАТМ «Бородино»	61054	трал р/гл	41	02.2004	04.2004
28	СЯМ «Калкан»	61054	ярус донный	10	02.2004	04.2004
29	БАТМ «Березина»	61054	трал р/гл	8	01.2005	
30	РТМС «Багратион»	61054	трал р/гл	32	02.2005	04.2005
31	РТМС «Василий Каленов»	61054	трал р/гл	8	02.2005	03.2005
32	СРТМ «Диамант»	61054	трал донный	7	12.2005	
33	РС «Пик Фусса»	61054	снюрревод	39	01.2007	03.2007
34	РС «Пик Фусса»	61054	трал р/гл	8	02.2007	03.2007
35	МРТК-316	61054	снюрревод	29	07.2007	
36	СЯМ «Муравьев-Амурский»	61054	ярус донный	120	01.2007	04.2007
37	РШ «Хокушин»	61054	трал донный	32	10.2007	12.2007
38	РШ «Хокушин», РС «Пик Фусса»	61054	трал донный	15	07.2008	
39	МРС-150 № 268	61054	снюрревод	16	06.2008	08.2008
40	СРТМ «Арктик Лидер»	61054	трал р/гл	21	11.2009	12.2009
41	СРТМ «Арктик Лидер»	61054	трал р/гл	14	12.2010	
42	СТР «Рязановка»	61054	снюрревод	49	02.2012	03.2012
43	МРТК-316	61054	снюрревод	28	06.2012	
44	ПЗ «Святой Владимир»	61054	снюрревод	44	02.2013	03.2013
45	БАТМ «Сероглазка»	61054	трал донный	5	04.2014	
1	2	3	4	5	6	
46	СТР «Пограничник Кирдищев»	61054	снюрревод	36	10.2014	
47	СТР «Казакевичи»	61054	снюрревод	9	03.2015	
48	СТР «Балей»	61054	снюрревод	2	01.2015	
49	СРТМ «Финвал»	61054	ярус донный	47	12.2014	01.2015

Продолжение таблицы 6.1.1

1	2	3	4	5	6	
50	РС «Сибирь»	61054	снюрревод	22	03.2016	04.2016
51	СРТМ «Пограничник Кирдищев»	61054	снюрревод	5	03.2016	06.2016
52	БАТМ «Иртышск»	61054	трал р/гл	98	02.2016	03.2016
53	БАТМ «Михаил Старицын»	61054	трал р/гл	77	01.2016	03.2016
54	ООО «Командор» 5, МРС-150, № 225	61054	снюрревод	15	05.2016	
55	СТР «Огни»	61054	снюрревод	7	03.2017	
56	БАТМ «Михаил Старицын»	61054	трал р/гл	45	01.2017	02.2017
57	РС «Сибирь»	61054	снюрревод	18	02.2017	
58	СТРМ «Алдан»	61054	ярус донный	49	03.2017	04.2017
59	БАТМ «Иртышск»	61054	трал р/гл	68	01.2017	03.2017
60	СЯМ «Аланетт»	61054	ярус донный	238	12.2017	
61	СЯМ «Калкан»	61054	ярус донный	102	10.2018	11.2018

\*Трал разноглубинный.

В первую очередь было необходимо определить масштабы добычи всех видов ВБР теми или иными орудиями лова в рассматриваемом районе. По данным из ОСМ в период исследований у западного побережья Камчатки основной вылов водных биологических ресурсов приходился на три орудия лова: разноглубинный трал (в среднем, 76,6 %), снюрревод (в среднем, 19,7 %) и донный ярус (в среднем, 2,9 %). Доля вылова донным тралом, в среднем, составила менее 1,0 % (с учётом того, что часть объёма добыта по программам научных исследований), поэтому далее это орудие лова в данной работе не рассматривается (табл. 6.1.2).

Таблица 6.1.2

Вылов ВБР (%) разными орудиями лова и доля рогатковых (%) у западного побережья Камчатки в 2003–2017 гг.

Орудие лова	Вылов ВБР, %	Прилов рогатковых, %		
		средний по ОСМ	средний по наблюдениям	максимально отмеченный
Трал разноглубинный	76,6	0,01	0,01	0,02
Снюрревод	19,7	5,39	4,02	7,9
Ярус	2,9	0,02	3,81	9,2
Трал донный	0,8	–	–	–

В связи с технической возможностью перераспределения вылова между двумя рыбопромысловыми районами, данные по величине изъятия из двух граничащих подзон были объединены, что позволило исключить возможные недостоверные сведения по распределению уловов между подзонами.

Основными объектами промысла разноглубинными тралами у западного побережья Камчатки, по данным научных исследований, являлись минтай и сельдь *Clupea pallasii*. В целом, их суммарная доля превышала 99 %. Видовой состав прилова отличался значительным разнообразием, однако, доля в уловах отдельных видов или даже целых семейств зачастую составляла десятые или сотые доли процента (Матвеев и др., 2019). Доля прилова рогатковых по данным контрольного лова была невысокой и составила 0,01 %, что соответствует сведениям из ОСМ (табл. 6.1.2).

Основными объектами снюрреводного промысла по данным научных исследований являлись: минтай, камбалы Pleuronectidae (группа видов), треска, навага *Eleginus gracilis* и бычки Cottidae (группа видов) (Матвеев и др., 2019). Отметим, что по материалам ОСМ, средняя доля рогатковых в рассматриваемые периоды была выше (в среднем 5,4 %), чем по данным наблюдателей (в среднем около 4 %) (табл. 6.1.2). Вероятно, это связано с большим количеством научных наблюдений в зимне-весенний период, во время минтаевых экспедиций, и заметно меньшим количеством наблюдений на малых рыболовных судах в летний период, по причине отсутствия возможности разместить там наблюдателей. В этом случае, можно считать данные ОСМ, для данного орудия лова, более репрезентативны.

Основными объектами ярусного промысла у западного побережья Камчатки по данным научных исследований являются треска и палтусы (группа видов). Причём, при специализированном промысле трески, в прилове отмечено наибольшее количество рогатковых, по сравнению со специализированным промыслом палтусов (Матвеев и др., 2019). Таким образом, зная величину ежегодного изъятия трески донными ярусами, можно приблизительно оценить вылов рогатковых этим орудием лова. По

осреднённым оценкам их прилов на ярусном промысле в период 2003–2017 гг. составлял в среднем около 3,8 % (см. табл. 6.1.2) (Матвеев и др., 2019).

На рисунке 6.1.3 показана динамика вылова трески и объёмы неучтённого прилова рогатковых в период 2003–2017 гг., на ярусном промысле у западного побережья Камчатки с учётом минимальной доли прилова равной 3,8 %. По нашим расчётам величина неучтённого вылова варьировала от 162 до 340 т и в среднем составила около 243 т.

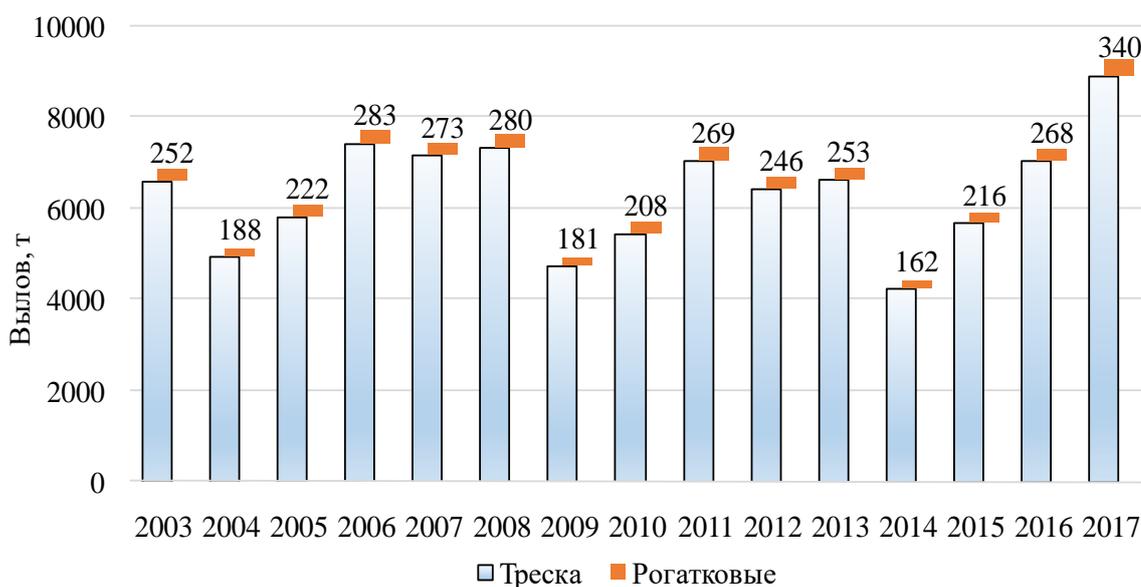


Рис. 6.1.3. Динамика вылова трески и рогатковых в период 2003–2017 гг., ярусным флотом у западного побережья Камчатки с учётом средней доли прилова равной 3,8 %. М = 243 т

Однако, по данным наблюдений в период 2013–2017 гг. доля прилова рогатковых, при ведении ярусного промысла трески, достигала 9,2 % (см. табл. 6.1.2). С учётом этих оценок, величина их вылова составляла в среднем около 600 т (для 2013–2017 гг.). Принимая во внимание значительное увеличение биомассы семейства в последние годы, недоучтённый прилов рогатковых, по нашему мнению, вполне мог составлять 500–600 т.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать, что на современном этапе представители семейства рогатковых преимущественно вылавливаются снюрреводами (более 88 %), а также, несмотря на то, что в

ОСМ практически отсутствуют сведения о вылове рогатковых при ярусном промысле, по нашим данным он может составлять около 10 % (рис. 6.1.4). Доля вылова рогатковых при ведении промысла разноглубинными и донными тралами невелика — около 1,0 и 0,4 %, соответственно.

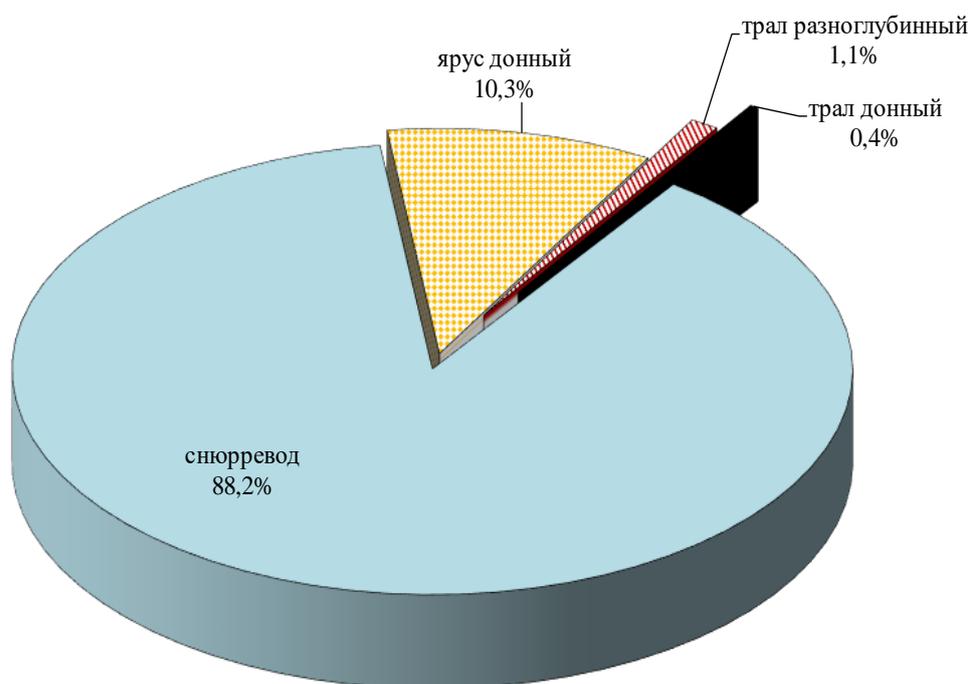


Рис. 6.1.4. Структура вылова рогатковых у западного побережья Камчатки разными орудиями лова в период 2010–2019 гг.

Приведённые в данной работе средние оценки величины прилова рогатковых на ярусном и снюрреводном промыслах могут в дальнейшем быть использованы для повышения качества прогнозирования состояния запасов и рекомендованного вылова исследуемого семейства.

## 6.2. Практическое использование рогатковых

В целом, все проблемы организации рационального использования ВБР в процессе промысловой деятельности, помимо совершенствования способов определения ОДУ, сводятся к внедрению системы многовидового учета

уловов, развитию технологий и сфер применения продуктов их переработки. К вопросу необходимости эффективного использования рогатковых обращались многие авторы на протяжении длительно периода времени (Смирнов, 1970; Токранов, 1985б, 1990, 2002, 2014, 2017, 2018; Богданов и др., 2005; Орлов, 2004; Терентьев, 2006; Панченко, 2013). С одной стороны, истощение традиционных промысловых ресурсов, а с другой — меняющиеся правила ведения промысла и оптимизация процесса производства с целью достижения большей финансовой выгоды, указывает на необходимость использования массовых видов семейства. Более того, доказано, что использование всего улова, в том числе видов прилова, экономически выгодно для рыбодобывающих предприятий (Бадаев и др., 2010; Бадаев, 2011). Это подтверждает норвежский опыт и сформировавшийся в последнее десятилетие общий положительный тренд в спросе (и в цене) на рыбную муку и рыбий жир (Бадаев, 2018).

Наиболее ранние специализированные работы были опубликованы в послевоенные годы. В них рассмотрены вопросы использования рогатковых как сырья для получения витаминных жиров (Лаговская, 1947а, б). Причём, как отмечалось автором, содержание витамина А у рогатковых рыб прикамчатских вод было заметно выше, чем у тех же видов, обитающих в водах Приморья (Лаговская, 1947а, б). Позже были разработаны рекомендации по рациональному использованию рогатковых для производства мороженой продукции и в качестве сырья для фаршевых смесей и консервов (Диденко и др., 1983).

В более современных работах указано, что мышечная ткань рогатковых обладает высокой пищевой ценностью. Значительное содержание в их мясе и печени белков, липидов, минеральных веществ, а также витаминов позволяет рассматривать их в качестве потенциального сырья. Доказана целесообразность использования рогатковых и обоснована технология переработки мышечной ткани этих рыб в производстве кулинарной продукции (Югай, 2008, 2009а, б; Югай и др., 2012, 2014). Также, при исследовании

зависимости массы печени от массы рыбы было показано, что выход печени варьируется в пределах 2,0–4,5 %. В натуральном выражении печень керчаков достигает 50 г при массе рыбы более 1000 г. Аналогичная картина наблюдалась и в случае с выпуском продукции из желудков керчаковых рыб. Было доказано, что выход желудков керчаков сопоставим с выходом печени и составил в среднем 4–6 %, тогда как у тресковых эта величина находится на уровне 1,5–2,0 %. В натуральном выражении масса промытого желудка достигала 200 г при массе рыбы более 3000 г, что является хорошим показателем (Югай и др., 2012).

Также очень перспективными, на сегодняшний день, являются разработки направленные на изучение механизмов функционирования и технологий применения протеинов-антифризов (AFP) и гликопротеин-антифризов (AFGP), полученных из рыб. Недавние исследования показали, что AFP был обнаружен в мышечных гомогенатах многих рыб, в том числе у представителей рода *Myoxocephalus*, *Gymnocanthus*, *Hemilepidotus* (Mahatabuddin, Tsuda, 2018). Криопротекторные белки способны связываться с зародышевыми кристаллами льда, препятствуя образованию ледяных блоков. С помощью уникальных возможностей AFP можно значительно повысить сроки консервации пищевых продуктов, семян, медицинских препаратов и косметики. Показана эффективность этих белков при криоконсервации клеток и тканей животных (Kim et al., 2017; Tomalty et al., 2017). Кроме того, AFP, полученные из рыб, связываясь с липидным бислоем мембран клеток, продлевают время их жизни в условиях гипотермии (+4 °C). Это востребовано в области животноводства и регенеративной медицины (Mahatabuddin, Tsuda, 2018). Совсем недавно, с использованием AFP, эмбрионы крупного рогатого скота удалось поддерживать живыми в течение 10 дней при 4 °C, причём, в последствии родился здоровый теленок (Ideta et al., 2015).

Таким образом, существуют многообещающие возможности применения белков-антифризов в различных промышленных (например создание низкотемпературных гелей и высокопористой керамики) и

медицинских сферах деятельности (Fukushima et al., 2013; Mahatabuddin, Tsuda, 2018). Однако для массового использования биомолекулы должны быть как функционально полезными, так и доступными в больших количествах. Для получения AFP был разработан метод массового приготовления с использованием гомогенатов мышц рыб (Nishimiya et al., 2008a, b; Mahatabuddin et al., 2017).

Несмотря на наличие специализированных исследований и технологических разработок по использованию массовых представителей рогатковых, сегодня их переработка практически не ведется, по ряду причин. Во-первых, важным фактором остаётся стоимость конечной продукции на рынках сбыта. К примеру, среднетоннажное судно ведущее промысел донным ярусом имеет ограниченный объём трюмов и морозильных мощностей. Соответственно, предприниматели не заинтересованы заполнять имеющееся пространство «недорогой» продукцией. В работе А.А. Огородниковой (2015) приведены оценки стоимости различных видов ВБР, в том числе: рогатковые — 20 тыс. руб/т., минтай — 54 тыс. руб/т., палтус белокорый — 65 тыс. руб/т., треска — 88 тыс. руб/т. и др. Однако, стоимость этих же видов (групп видов) в иностранной валюте, по данным того же автора: рогатковые — 3,39 тыс. \$/т., треска — 3,57 тыс. \$/т., палтус белокорый — 2,23 тыс. \$/т., что естественно вызывает ряд вопросов и требует уточнения. Специфика ведения промысла донным ярусом, в отличие от снюрреводно-тралового лова, позволяет «отсекать» виды прилова ещё до того, как они попадут на борт судна. По всей видимости, этим и объясняется отсутствие в ОСМ данных по вылову рогатковых на ярусных судах.

Во-вторых, как было показано выше, заметную долю вылова рогатковых обеспечивает снюрреводный флот, который в свою очередь доставляет рыбу на рыбоперерабатывающие заводы. Наличие пока ещё в достаточном количестве традиционных промысловых объектов мотивирует производителей продукции улучшать, прежде всего, качество переработки последних, тем самым увеличивая стоимость реализации и соответственно прибыль. В период

работы (2008–2020 гг.) на различных рыбоперерабатывающих заводах (РПЗ) и плавзаводах, автором данной работы проводился опрос сотрудников на тему использования видов прилова и в частности конкретно рогатковых. По полученным сведениям, виды прилова либо вывозятся и выбрасываются (на береговых РПЗ закапываются в грунт, а на судах через измельчители сливаются обратно в море) вместе с отходами производства, либо перерабатываются на пищевой и не пищевой тук (рыбную муку). Стоит отметить, несмотря на то, что выработка рыбной муки требует высоких затрат электроэнергии, продукция хорошего качества пользуется стабильным спросом у отечественных и даже иностранных производителей кормов (Бадаев, 2018). Мука включает в себя белки и аминокислоты, богата витаминами А, В, D, Е, содержит кальций, фосфор, железо, йод и удачно дополняет компоненты растительного происхождения в комбикормах. Белок рыбной муки в большом количестве содержит незаменимые жирные кислоты: метионин, лизин, треонин и триптофан (Александров, 2003). Она входит в состав белковых смесей, которые на современном этапе, используется в качестве добавки-наполнителя при производстве различной продукции.

Более того, по сообщениям мастеров по производству, на некоторых РПЗ Камчатского края в 2013–2016 гг. осуществлялся выпуск фаршевых смесей из рогатковых рыб (рис. 6.2.1). Однако по причине того, что данный вид продукции пользовался низким спросом и в совокупности с низкой ценой, не оправдывал трудозатраты по его производству, РПЗ со временем отказались от его выпуска.



Рис. 6.2.1. Ассортимент свежемороженой продукции. Продукция из рогатковых рыб (бычков). <http://vityaz-avto.ru>

Тем не менее, в последние годы, на прилавках специализированных рыбных магазинов можно приобрести свежемороженую продукцию из рогатковых рыб (рис. 6.2.2). По личным наблюдениям автора и опросам сотрудников торговых точек, в продаже почти постоянно имеются представители рода *Gymnocanthus*, которые пользуются хоть и низким, но стабильным спросом (Матвеев, Стокоз, 2019). Отдельно стоит отметить, что рыбы рода *Gymnocanthus* обладают вкусным мясом и в достаточно больших количествах добываются японскими рыбаками (<https://apus.ru/site.xp/056056051.html>). У жителей Алеутских островов виды рода *Muohoccephalus* являются важной частью круглогодичного рациона. Их используют в тушеных блюдах, супах, в виде филе, а также замораживают для последующего употребления (Burger et al., 2007).



Рис. 6.2.2. Свежемороженая продукция из рыб рода *Gymnocanthus*.  
Петропавловск-Камчатский, 2016 и 2020 гг. Фото автора

Таким образом, третьей причиной можно считать низкую информационную осведомленность населения о продукции из рогатковых рыб и способах её кулинарной обработки. Со стороны производителей — отсутствие рекламных и маркетинговых решений, стимулирующих объёмы продаж и соответственно более высокую цену продукции. К примеру, по убеждению автора данной работы, реализация продукции под именем «Шлемоносец» была бы более интересна покупателю, нежели «Бычок» (рис. 6.2.2), которые вероятно ассоциируются у населения с не пищевой продукцией или товаром низкого качества.

## ВЫВОДЫ

1. Среди доминирующих в уловах рогатковых рыб длина *M. polyacanthocephalus* у западного побережья Камчатки варьировала от 7,0 до 79,0 см, основу уловов формировали рыбы 34,0–52,0 см. Зарегистрированная максимальная длина вида превышает ранее опубликованные сведения. Размеры *M. jaok* изменялись от 6,5 до 70,0 см, доминировали рыбы 37,0–52,0 см. В исследуемом районе длина особей *G. detrisus* варьировала от 8,0 до 41,0 см, у 70 % рыб она составляла 30,0–36,0 см. Размеры *G. pistilliger* изменялись от 4,6 до 26,0 см, однако наиболее часто встречались особи от 17,0 до 22,0 см. Для *G. pistilliger* преобладание самок в популяции, вероятно, является составной частью жизненной стратегии вида в целом. Также отмечена выраженная тенденция к уменьшению доли самок с возрастанием глубины. Это характерно для всей северной части ареала, тогда как на юге (Японское море) описана обратная тенденция.

2. Уточнены диагностические признаки, которые позволяют достоверно различить *G. pistilliger* и *G. galeatus* вне зависимости от пола. Достаточно проанализировать тип размещения шероховатых чешуй на межглазничном промежутке. У *G. galeatus* чешуи покрывают его полностью, включая края. У *G. pistilliger* их нет или они встречаются только посередине межглазничного промежутка, не достигая его краев.

3. Максимальный возраст самцов *M. polyacanthocephalus* составил 11, а самок — 13 лет, основу уловов обычно формировали 5–8 летние рыбы. Предельный возраст у самцов *G. detrisus* — 13 и 15 лет у самок, у *G. pistilliger* — 10 у самцов и 11 лет у самок. Основу уловов первого вида составляли преимущественно 8–12 годовалые особи, а второго — четырёх-семигодовики. У большинства исследованных видов разница максимальных возрастов самцов и самок была ниже, чем описано ранее.

4. На основании данных отолитометрии определены зависимости с наиболее высокими коэффициентами детерминации ( $R^2 < 0,9$ ), что позволяет с

высокой точностью реконструировать длину, массу и возраст рыб. У всех исследованных видов высокие показатели связи отмечены при использовании суммы трёх линейных измерений отолита ( $3Ls$ ) и длины (возраста) рыб. Представленные графические размерно-возрастные схемы применимы в качестве экспресс-метода для определения возраста.

5. Районы максимальных концентраций всех исследуемых видов по биомассе и численности совпадали лишь частично. Это отмечено как по глубинам, так и по диапазонам широт. *M. polyacanthocephalus* и *M. jaok* заселяют практически весь шельф у западного побережья Камчатки. Первый вид формировал скопления преимущественно в южной и средней части района исследования от  $52^\circ$  и  $55^\circ$  с. ш. Максимальные уловы характерны для батиметрического диапазона 40–80 м, при температуре воды у дна  $1,1$ – $1,8$  °С. *M. jaok* образовывал разрозненные локальные скопления по всему шельфу. Высокая частота встречаемости и уловы вида отмечены от минимальных глубин тралений до 60 м при температуре у дна от  $1,9$  до  $5,4$  °С. Вероятно на севере исследованного полигона и вблизи м. Южного расположен один из выростных районов обоих видов керчаков.

6. *G. detrisus* и *G. pistilliger* широко распространены вдоль всего исследованного района (частота встречаемости — 44 и 38 %, соответственно). Наиболее крупные скопления *G. detrisus* отмечены в южной и средней части шельфа, от  $51^\circ$  до  $55^\circ$  с. ш. в диапазоне глубин 40–160 м. Высокие концентрации вида приурочены к температурному фону  $0,5$ – $1,7$  °С. *G. pistilliger* преимущественно встречался от  $52^\circ$  до  $57^\circ$  с. ш. на глубинах 12–73 м. Наиболее обычен на глубинах до 50 м, при температуре воды у дна  $2,8$ – $5,5$  °С. По всей видимости, его выростным районом можно считать участок шельфа, расположенный от  $53^\circ$  до  $54^\circ$  с. ш.

7. Современное состояние запасов рогатковых у западного побережья Камчатки находится на высоком уровне. В 2010–2019 гг. их биомасса в среднем составляла 259 тыс. т, что превышает среднемноголетнее значение (161 тыс. т). Основу запасов формировали 4 вида: *M. polyacanthocephalus*,

*M. jaok*, *G. detrisus* и *G. pistilliger*. Многоиглый керчак наиболее значимый, с точки зрения величины запасов (более 50%), вид семейства рогатковых в исследуемом районе.

8. Ежегодный вылов рогатковых у западного побережья Камчатки в исследуемый период составлял в среднем около 5–6 тыс. т, что значительно меньше реально возможного. Основным орудием добычи являлись снюрреводы (более 88 %). Вылов рогатковых ярусным флотом в ОСМ «Рыболовство» практически не отражается, однако может составлять около 10 % от общего вылова семейства (или около 0,5–0,6 тыс. т).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Аксютин З.М.** Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая пром-сть, 1968. 288 с.
2. **Аксютин З.М.** Количественная оценка скопления рыб методом изолиний // Труды ВНИРО 1970. Т. 71. Вып. 2. С. 302–308.
3. **Александров С.Н.** Технология производства кормов. Донецк: Изд-во Сталкер АСТ, 2003. 235 с.
4. **Андряшев А.П.** Очерк зоогеографии и происхождения фауны рыб Берингова моря и сопредельных вод. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1939. 187 с.
5. **Андряшев А.П.** Рыбы северных морей СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.
6. **Андронов П.Ю., Датский А.В.** Закономерности пространственной изменчивости структуры донных сообществ рыб шельфа северо-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 177. С. 40–76.
7. **Арсеньев В.С.** Течения и водные массы Берингова моря. М.: Наука, 1967. 135 с.
8. **Бадаев О.З.** Нерациональное использование водных биоресурсов на примере некоторых видов промыслов // Вопросы рыболовства. 2011. № 1(45). С. 162–174.
9. **Бадаев О.З.** Приловы и выбросы на ярусном промысле рыб Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19. № 1. С. 58–72.
10. **Бадаев О.З., Головащенко Е.В., Казанцев П.И.** Нерациональное использование водных биоресурсов на примере некоторых видов промыслов // Архив ТИНРО. 2010. № 26953. 79 с.
11. **Баланов А.А., Матвеев А.А.** Диагностика *Gymnocanthus pistilliger* (Pallas, 1814) и *G. galeatus* Bean, 1881 (Scorpaeniformes: Cottidae) в

- районах их совместного обитания // Биология моря. 2018. Т. 44. № 5. С. 365–368.
12. **Балыкин П.А.** Проблемы рыбопромыслового районирования в Тихом и Северном Ледовитом океанах // Проблемы Дальнего Востока 2018. № 6. С. 99–109.
  13. **Балыкин П.А., Терентьев Д.А.** Организация многовидового промысла рыб на примере Карагинской подзоны // Вопросы рыболовства. 2004. Т. 5. № 3 (19). С. 489–499.
  14. **Балыкин П.А., Терентьев Д.А., Буслов А.В., Бонк А.А.** Распределение квот на вылов водных биоресурсов с учетом многовидового характера рыболовства // Вопросы рыболовства. 2007. Т. 8. № 3 (31). С. 559–568.
  15. **Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В.** Географическая информационная система «Картмастер» // Рыбное хоз-во. 2007. № 1. С. 96–99.
  16. **Благодаров А.И., Задорина Л.Г., Колесова Н.Г.** Влияние промысла на структуру донных сообществ рыб на западнокамчатском шельфе // Рыбное хоз-во. 1982. № 4. С. 45–47.
  17. **Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г.** Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. Петропавловск-Камчатский: Новая Книга, 2005. 264 с.
  18. **Борец Л.А.** Состав и современное состояние сообщества рыб Карагинского залива // Изв. ТИНРО. 1985а. Т. 110. С. 20–28.
  19. **Борец Л.А.** Состав и биомасса донных рыб на шельфе Охотского моря // Биология моря. 1985б. № 4. С. 54–59.
  20. **Борец Л.А.** Запасы донных рыб на западнокамчатском шельфе // Рыбное хоз-во. 1988. № 3. С. 29–31.
  21. **Борец Л.А.** Закономерности вертикального распределения донных рыб в летний период на западнокамчатском шельфе // Вопросы ихтиологии. 1989. Т. 29. Вып. 3. С. 370–376.

22. **Борец Л.А.** Современное состояние ресурсов донных рыб на шельфе дальневосточных морей // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей. Л.: Наука, 1990а. С. 181–196.
23. **Борец Л.А.** Состав и биомасса донных рыб на шельфе северной части Японского моря // Биология шельфовых и проходных рыб. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1990б. С. 59–65.
24. **Борец Л.А.** Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр, 1997. 217 с.
25. **Борец Л.А.** Аннотированный список рыб дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2000. 192 с.
26. **Буслов А.В.** Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 2005. 224 с.
27. **Буслов А.В.** Возможность организации и регулирования многовидового рыболовства в современных условиях на примере Петропавловск-Командорской подзоны (Восточная Камчатка) // Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7. № 26. С. 267–276.
28. **Бычков А.В.** Государственная политика в рыбной отрасли и ее реализация на северо-востоке Российской Федерации (начало 1990-х – 2008 гг.): Автореф. дисс. канд. истор. наук. Хабаровск: Дальневосточный государственный гуманитарный университет. 2010. 25 с.
29. **Василец П.М., Терентьев Д.А., Матвеев А.А.** Структура уловов на различных видах промысла в Карагинской подзоне в 2003–2018 гг. По данным официальной статистики и научно-исследовательских работ // Вестник КамчатГТУ. № 50. декабрь 2019а. С. 73–88. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-50-73-88
30. **Василец П.М., Терентьев Д.А., Матвеев А.А., Овчеренко Р.Т., Пырков В.Н.** Структура уловов на снюрреводном промысле в

- Петропавловско-Командорской подзоне в 2003–2017 гг. // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. 2019б. № 52. С. 89–107.
31. **Вдовин А.Н.** Состав и биомасса рыб Амурского залива // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 72–88.
  32. **Вдовин А.Н., Зуенко Ю.И.** Вертикальная зональность и экологические группировки рыб залива Петра Великого // Изв. ТИНРО 1997. Т. 122. С. 152–176.
  33. **Вдовин А.Н., Дударев В.А.** Сравнительная оценка количественных учетов рыбной сырьевой базы Приморья // Вопросы рыболовства. 2000. Т. 1. № 4. С. 46–57.
  34. **Вдовин А.Н., Швыдкий Г.В., Афанасьева Н.И., Рачков В.И., Скокленева Н.М.** Пространственно-временная изменчивость распределения нитчатого шлемоносца в заливе Петра Великого // Экология. 1994. № 4. С. 53–59.
  35. **Винников А.В., Терентьев Д.А.** Проблема «прилова» при ведении донного ярусного промысла в водах Камчатки // Регион. конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии студентов, аспирантов и молодых ученых (2–3 октября 1998 г.). Тез. докл. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1998. С. 19–21.
  36. **Винников А.В., Терентьев Д.А.** Особенности сезонной динамики «прилова» при ведении донного ярусного промысла в прикамчатских водах // Тез. докл. конф. молодых ученых 21–23 мая 2001 г. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. С. 113–115.
  37. **Винокурова Т.Т.** О распределении придонной температуры воды у западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. 1964. Т. 55. С. 165–174.
  38. **Гаврилов Г.М.** Состав, динамика численности и промысел рыб в экономической зоне России и прилегающих водах Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. Ч. 1. С. 271–319.

39. **Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф., Стрельцов М.С.** Состав и биомасса донных и придонных рыб экономической зоны СССР Японского моря // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1988. С. 37–55.
40. **Гидрометеорология и гидрохимия морей.** Т. IX. Охотское море. Вып. 2. Гидрометеорологические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности под ред. Ф.С. Терзиева и др. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. 168 с.
41. **Глебов И.И., Гаврилов Г.М., Старовойтов А.Н., Свиридов В.В.** Структура и межгодовая изменчивость состава донных ихтиоценов северо-западной части Берингова моря // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4. № 4. С. 575–589.
42. **Гнюбкина В.П., Панченко В.В.** Нерест и постэмбриональное развитие дальневосточного *Myoxocephalus stelleri* и снежного *M. brandti* керчаков в заливе Петра Великого (Японское море) // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 4. С. 525.
43. **Голенкевич А.В., Майсс А.А.** Анализ причин выбросов на промысле водных биологических ресурсов // Рыбное хоз-во. 2014а. № 3. С. 36–39.
44. **Голенкевич А.В., Майсс А.А.** Негативные факторы, способствующие выбросам на промысле водных биологических ресурсов // Рыбное хоз-во. 2014б. № 6. С. 38–42.
45. **Голенкевич А.В., Майсс А.А.** 2014в. Выбросы: кто виноват и что делать? // URL:<https://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/8238> (дата обращения: 20.01.2021).
46. **Голенкевич А.В., Майсс А.А.** Стратегические подходы к разработке национального плана регулирования прилова и выбросов // Рыбное хоз-во. 2015. № 1. С. 26–29.

47. **Гомелюк В.Е., Щетков С.Ю.** Распределение рыб в прибрежных биотопах залива Петра Великого Японского моря в летний период // Биология моря. 1992. № 3–4. С. 26–32.
48. **Горбатенко К.М., Савин А.Б.** Состав, биомасса и трофические характеристики рыб на западнокамчатском шельфе // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 40–61.
49. **Горбунова Н.Н.** Размножение и развитие получешуйных бычков (Cottidae, Pisces) // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1964. Т. 73. С. 235–251.
50. **Датский А.В., Андронов П.Ю.** Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. Магадан: Изд-во СВНЦ ДВО РАН, 2007. 261 с.
51. **Диденко А.Н., Боровская Г.А., Дроздова Л.И., Лаврова Н.А.** Технохимическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков. // Изв. ТИНРО. 1983. Т. 108. С. 13–19.
52. **Добровольский А.Д., Залогин Б.С.** Моря СССР. М.: Изд-во МГУ, 1982. 192 с.
53. **Дударев В.А.** Некоторые особенности структуры сообществ рыб и их сезонное распределение на шельфе северного Приморья // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 194–206.
54. **Засельский В.И.** Развитие морских биологических исследований на Дальнем востоке в 1924–1941 гг. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 248 с.
55. **Зенкевич Л.А.** Моря СССР, их фауна и флора. М.: Государственное учебно-педагогическое изд-во мин. просвещения РСФСР, 1956. 433 с.
56. **Золотов А.О., Терентьев Д.А., Новикова О.В., Ильин О.И.** Многолетняя динамика запасов донных рыб на шельфе западной камчатки // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 30–45.
57. **Зуенко Ю.И.** Промысловая океанография Японского моря. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. 227 с.

58. **Измятинский Д.В.** Состав и биомасса рыб Уссурийского залива Японского моря // Вопросы ихтиологии. 1999. Т. 39. № 2. С. 265–268.
59. **Иванов А.Н.** О прилове рыб при промысле минтая у юго-западной Камчатки и северных Курильских островов в ноябре 2000 г. // Вопросы рыболовства. № 1. 2002. С. 105–117.
60. **Иванов О.А.** Состояние охотоморских ресурсов второстепенно значимых и непромысловых видов рыб донных и придонных биотопов по сборам второй бассейновой экспедиции 2000 г. // Статус пелагических и донных сообществ и условий их обитания в дальневосточных морях на рубеже XX и XXI столетий: Изв. ТИНРО. 2002. Т. 130. Ч. III. С. 1079–1096.
61. **Ильинский Е.Н.** Динамика состава и структуры донного ихтиоцена западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. 2007. Т. 150. С. 48–55.
62. **Ильинский Е.Н., Четвергов А.В.** Состав и современный статус донного ихтиоцена западнокамчатского шельфа // Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2, № 3(7). С. 504–517.
63. **Инструкции** и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. 290 с.
64. **Инструкции** и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 299 с.
65. **Калчугин П.В.** Распределение рогатковых (Cottidae) у северного Приморья // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 82–88.
66. **Кашкина А.А.** Летний ихтиопланктон Берингова моря // Изв. Тихоок. н.-и. ин-та рыбн. х-ва и океаногр. 1970. Т. 72., Труды Все-союзн. н.-и. ин-та рыбн. х-ва и океаногр. Т. 70. С. 225–245.
67. **Котляр А.Н.** Семейство рогатковых – Cottidae // Промысловые рыбы России. В двух томах (под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенева). М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 521–522.

68. **Кочиков В.Н.** Межведомственная ихтиологическая комиссия поднимает важные проблемы рыболовства // Анал. и реф. инф. Сер. Биопромысл. и экон. вопр. миров. рыболов. Всерос. н.-и. и проект.-конструкт. ин-т экон., инф. и АСУ рыбного х-ва. 1997. № 6. С. 21–29.
69. **Кочиков В.Н.** Прилов должен, по возможности, использоваться // Анал. и реф. инф. Сер. Биопромысл. и экон. вопр. миров. рыболов. Всерос. н.-и. и проект.-конструкт. ин-т экон., инф. и АСУ рыб. х-ва. № 3. 1997а. С. 14–15.
70. **Лаговская Е.А.** Морские рыбы Приморья как сырье для получения витаминных жиров // Изв. ТИНРО. 1947а. Т. 23. С. 3–10.
71. **Лаговская Е.А.** Содержание витамина А в морских рыбах Камчатки // Изв. ТИНРО. 1947б. Т. 23. С. 11–20.
72. **Лакин Г.Ф.** Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. школа, 1980. 293 с.
73. **Легеза М.И.** Экология и распределение бычковых рыб в водах Южного Сахалина и Южных Курильских островов // Труды проблемных и тематических совещ. Зоол. ин-та АН СССР. 1956. Вып. 6. С. 122–131.
74. **Линдберг Г.У., Красюкова З.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. Л.: Наука, 1987. 526 с.
75. **Лоция Охотского моря.** Упр. навигации и океанографии МО РФ: Санкт-Петербург. 2007. Ч. 1. 260 с.
76. **Лучин В.А.** Непериодические течения: Гидрометеорология и гидрохимия морей. СПб: Гидрометеиздат, 1998. Т. 9: Охотское море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия. С. 233–256.
77. **Максименков В.В.** Материалы по развитию дальневосточной широколобки *Megalocottus platycephalus* (Pallas) (Cottidae) // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 115. С. 171–173.
78. **Максименков В.В.** Питание молоди седловидного бычка *Microcottus sellaris* в эстуариях рек Карагинского залива Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1996. Т. 36. №. 1. С. 138–140.

79. **Максименков В.В., Токранов А.М.** Питание северной дальневосточной широколобки в эстуарии реки Большой (Западная Камчатка) // Биология моря. 1992. № 1–2. С. 34–42.
80. **Макушок В.М.** Материалы по рыбам, собранным в районе Курило-Камчатского желоба в 33 рейсе э/с "Витязь" летом 1966 г. // Труды Ин-та океанол. АН СССР. 1970. Т. 86. С. 513–535.
81. **Матвеев А.А.** Запасы рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2020а. С. 44–48.
82. **Матвеев А.А.** Современное состояние запасов *Gymnocanthus detrisus* у западного побережья Камчатки и его вклад в биомассу семейства // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XXI международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2020б. С. 222–225.
83. **Матвеев А.А., Терентьев Д.А.** Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. 2016. № 41. С. 17–42. DOI:10.15853/2072-8212.2016.41.17-42.
84. **Матвеев А.А., Стокоз А.К.** Среднемноголетнее распределение и размерный состав *Gymnocanthus detrisus* Gilbert et Burke, 1912 (Cottidae) в летний период у западного побережья Камчатки // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VI-ой научно-практической конференции молодых ученых. Москва: ВНИРО, 2019. С. 305–308.
85. **Матвеев А.А., Терентьев Д.А., Василец П.М.** Сравнительный анализ видового состава уловов на различных видах промысла у западного

- побережья Камчатки в 2003–2017 гг. // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. 2019. Вып. 54. С. 17–42.
86. **Матвеев А.А., Баланов А.А., Панченко В.В.** Распределение, размерно-половой состав и состояние запасов *Gymnocanthus pistilliger* (Cottidae) у западного побережья Камчатки в летний период. // Вопросы ихтиологии. 2021. Т. 61, № 2, С. 167–176.
87. **Мина М.В.** Исследование зависимости между весом отолита и длиной особи в популяциях трески Баренцева и Белого морей // Биологические науки. 1967. Вып. 9(45). С. 26–31.
88. **Мина М.В., Клевезаль Г.А.** Рост животных. М., 1976. 292 с.
89. **Моисеев П.А.** Изучение морских и пресноводных богатств Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 39. С. 3–19.
90. **Моисеев П.А.** Некоторые итоги исследований Берингоморской научно-промысловой экспедиции // Тр. ВНИРО. 1964. Т. 53. С. 7–29.
91. **Морошкин К.В.** Водные массы Охотского моря. М.: Наука, 1966. 67 с.
92. **Мусиенко Л.И.** Размножение и развитие рыб Берингова моря // Тр. ВНИРО. 1970. Т. 70. С. 166–224.
93. **Напазаков В.В.** Питание и пищевые отношения массовых хищных рыб летом на Западнокамчатском шельфе // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов (28 сентября – 2 октября 2009 г.). Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 284.
94. **Напазаков В.В.** Трофический статус и пищевые отношения массовых хищных рыб Западнокамчатского шельфа // Вопросы ихтиологии. 2015. Т. 55. №. 1. С. 63–73.
95. **Напазаков В.В., Чучукало В.И.** Пищевые рационы и трофический статус массовых видов рогатковых рыб (Cottidae) в западной части Берингова моря в осенний период // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43. №. 2. С. 200–208.
96. **Неелов А.В.** Сейсмодатированная система и классификация керчаковых рыб. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. 208 с.

97. **Никольский Г.В.** Частная ихтиология. М.: Советская наука, 1950. 436 с.
98. **Николотова Л.А.** Питание и пищевые взаимоотношения донных рыб западнокамчатского шельфа: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владивосток. 1977. 21 с.
99. **Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М.** Рыбы Приморья. Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуз, 2002. 552 с.
100. **Новикова О.В., Наумова Т.Н., Новиков Р.Н., Дьяков Ю.П., Коломейцев В.В., Матвеев А.А.** Влияние климато–океанологических условий на динамику численности некоторых промысловых видов пелагического и донного рыбных сообществ восточной части Охотского моря. // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана: Сб. Науч. Тр. КамчатНИРО. 2020. № 56. С. 5–34.
101. **Огородникова А.А.** Биоэкономическая оценка промыслового запаса биоресурсов Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 97–111.
102. **Орлов А.М.** Биологические аспекты проблемы непромыслового прилова и сохранения биологического разнообразия рыб // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V научной конференции. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2004. С. 132–135.
103. **Орлов А.М., Афанасьев П.К.** Отолитометрия как инструмент анализа популяционной структуры Тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei) // Амурский зоологический журнал. 2013. Вып. 3. С. 327–331.
104. **Павлов Д.А.** Дифференциация трёх видов рода *Urepenus* (Mullidae) по форме отолитов // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56. № 1. С. 41–55.
105. **Панченко В.В.** Распределение бычков рода *Myoxocephalus* (Cottidae) в заливе Петра Великого Японского моря в летний период // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 89.

106. **Панченко В.В.** Распределение керчаковых рыб рода *Myoxocephalus* в заливе Петра Великого Японского моря в летний период // Биология моря. 1999. Т. 25. № 2. С. 150.
107. **Панченко В.В.** Возраст и рост снежного керчака *Myoxocephalus brandti* (Cottidae) в заливе Петра Великого (Японское море) // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40. № 3. С. 413.
108. **Панченко В.В.** Биология керчаковых рыб рода *Myoxocephalus* (Cottidae) залива Петра Великого (Японское море): Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владивосток: Институт биологии моря, 2001а. 160 с.
109. **Панченко В.В.** Особенности размножения керчака-яока *Myoxocephalus jaok* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. 2001б. Т. 27. № 2. С. 133.
110. **Панченко В.В.** Особенности размножения снежного керчака *Myoxocephalus brandti* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. 2001в. Т. 27. № 5. С. 372.
111. **Панченко В.В.** О возрасте и росте керчака-яока *Myoxocephalus jaok* (Cottidae) в заливе Петра Великого (Японское море) // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем. Апатиты: КНЦ РАН, 2001г. С. 184–185.
112. **Панченко В.В.** Сезонное распределение бычков рода *Myoxocephalus* (Cottidae) в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море) // Вопросы ихтиологии. 2002. Т. 42. № 1. С. 64–69.
113. **Панченко В.В.** Возраст и рост шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52. № 2. С. 234–247.
114. **Панченко В.В.** Размерно-возрастной состав и динамика численности нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (Cottidae) в заливе Петра Великого (Японское море) // Вопросы рыболовства. 2013. Т. 14. № 2 (54). С. 208–218.

115. **Панченко В.В., Пушина О.И.** Биологическая характеристика керчаковых рыб рода *Myoxocephalus* (Cottidae) залива Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 120–153.
116. **Панченко В.В., Зуенко Ю.И.** Распределение бычков семейства Cottidae в заливе Петра Великого Японского моря в летний период // Вопросы рыболовства. 2009. Т. 10. № 4. С. 750–763.
117. **Панченко В.В., Калчугин П.В., Соломатов С.Ф.** Уточнение глубин обитания и максимальных размеров донных и придонных видов рыб в российских водах Японского моря // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56. № 3. С. 264–283. DOI: 10.7868/S0042875216030152.
118. **Панченко В.В., Матвеев А.А., Панченко Л.Л.** Сезонное распределение нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (Cottidae) в российских водах Японского моря // Вопросы ихтиологии. 2020. Т. 60. № 2. С. 174–182. DOI:10.31857/S0042875220020174.
119. **Паракецов И.А.** О некоторых защитных приспособлениях у разных популяций и видов тихоокеанских подкаменщиков (Cottidae) // Тр. Ин-та морфологии животных. 1962. Т. 42. С. 146–154.
120. **Парин Н.В.** Ихтиофауна океанской пелагиали // М.: Наука. 1968. 185 с.
121. **Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д.** Рыбы морей России: аннотированный каталог. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 733 с.
122. **Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 375 с.
123. **Приказ** Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 04.06.2018 г. № 228 «О внесении изменений в правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 21 октября 2013 г. № 385».
124. **Пырков В.Н., Солодилов А.В., Дегай А.Ю.** Создание и внедрение новых спутниковых технологий в системе мониторинга рыболовства //

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 5. С. 251–262.

125. **Рикер У.Е.** Количественные показатели и модели роста // Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. С. 346–402.
126. **Световидов Н.П.** Типы видов рыб, описанные П.С. Палласом в “Zoographia Rosso-Asiatica”. Л.: Наука, 1978. 34 с.
127. **Серпунин Г.Г.** Биологические основы рыбоводства. М.: Колос, 2009. 384 с.
128. **Смирнов А.Н.** Биологическое обоснование рационального промысла бычков в Азовском море // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). 1970. Т. 71. С. 73–79.
129. **Стратегия** развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. М.: ФГБНУ «Роинформагротех», 2019. 68 с.
130. **Табунков В.Д., Чернышева Э.Р.** Питание непромысловых видов рыб в заливе Терпения // Изв. ТИНРО. 1985. Т. 110. С. 98–104.
131. **Таранец А.Я.** Краткий определитель рыб советского Дальнего Востока и прилежащих вод // Изв. ТИНРО. 1937. Т. II. 200 с.
132. **Терентьев Д.А.** Состав и биомасса донных рыб у западного побережья Камчатки по результатам учетной траловой съемки летом 1996 года // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Вып. IV. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 1998. С. 28–32.
133. **Терентьев Д.А.** Структура уловов морских рыбных промыслов и многовидовое рыболовство в Прикамчатских водах: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владивосток: Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. Центр, 2006. 24 с.

134. **Терентьев Д.А., Балыкин П.А., Винников А.В.** Промысел морских рыб в восточной части Охотского моря // Рыбное хоз-во. 2005. № 6. С. 49–52.
135. **Терентьев Д.А., Михалютин Е.А., Матвеев А.А.** Современное состояние запасов, многолетняя динамика распределения и размерной структуры массовых промысловых видов рыб на шельфе западного побережья Камчатки в летний период // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. 2013. Вып. 30. С. 5–27.
136. **Терентьев Д.А., Василец П.М., Матвеев А.А.** Организация многовидового рыболовства на основе структуры уловов на различных видах промысла в 2003–2017 гг. // Исслед. Водн. Биол. Ресурсов Камчатки и сев.-зап. Части Тихого океана. 2019. Вып. 53. С. 5–21.
137. **Токранов А.М.** Распределение керчаковых (Cottidae, Pisces) на западнокамчатском шельфе в летний период // Зоол. журнал. 1981а. Т. 60. Вып. 2. С. 229–237.
138. **Токранов А.М.** Некоторые вопросы биологии нитчатого бычка *Gymnacanthus pistilliger* (Pallas) прикамчатских вод // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана. Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1981б. С. 155–156.
139. **Токранов А.М.** Питание керчаков у западного побережья Камчатки // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана. Тез. докл. Владивосток. 1983а. С. 74–75.
140. **Токранов А.М.** О размножении керчаков прикамчатских вод // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана. Тез. докл. Владивосток. 1983б. С. 75–76.
141. **Токранов А.М.** Экологические особенности распределения некоторых видов бычков прикамчатских вод // Биологические проблемы Севера. Ч.2. Животный мир. Магадан. 1983в. С. 440.

142. **Токранов А.М.** О размножении многоиглого бычка *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (Pallas) (Cottidae) прикамчатских вод // Вопросы ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 4. С. 601–608.
143. **Токранов А.М.** Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1985а. 22 с.
144. **Токранов А.М.** Бычки – перспективный объект прибрежного лова // Рыбное хоз-во. 1985б. № 5. С. 28–31.
145. **Токранов А.М.** Питание рогатковых рода *Gymnacanthus* Swainson (Cottidae) прикамчатских вод // Вопросы ихтиологии. 1985в. Т. 25. Вып. 3. С. 433–437.
146. **Токранов А.М.** Изменение численности рогатковых (Cottidae) в прикамчатских водах // Исслед. и рац. использ. биоресурсов дальневост. и сев. морей СССР и перспективы созд. техн. средств для освоения неиспольз. биоресурсов открытого океана: Тез. докл. Всесоюзн. совещ. (Владивосток, 15-17 октября 1985 г.). Владивосток: ТИНРО, 1985г. С. 69.
147. **Токранов А.М.** Керчаки и получешуйные бычки // Биол. Ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 1986а. С. 319–328.
148. **Токранов А.М.** Питание многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* Pallas и керчака-яока *M. jaok* (Cuvier) (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Вопросы ихтиологии. 1986б. Т. 26, Вып. 6. С. 980–989.
149. **Токранов А.М.** О размножении рогатковых рыб рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 6. С. 1026–1030.
150. **Токранов А.М.** Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. Биол. 1988а. Т. 93. Вып. 4. С. 61–69.

151. **Токранов А.М.** Размножение массовых видов керчаковых рыб прикамчатских вод // Биология моря. 1988б. № 4. С. 28–32.
152. **Токранов А.М.** Итоги исследований и возможности промысла рогатковых рыб (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки. // Всесоюзное совещание «Резервные пищевые биологические ресурсы открытого океана и морей СССР» (20-22 марта 1990 г.). М.: АтлантНИРО, ВНИРО, 1990. С. 33–35.
153. **Токранов А.М.** О половом диморфизме массовых видов рогатковых (Cottidae) прикамчатских вод // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1993. Т. 98. Вып. 6. С. 19–26.
154. **Токранов А.М.** Особенности питания рогатковых рыб рода *Hemilepidotus* (Cottidae) и их место в трофической системе прибрежных вод Камчатки // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. № 5. С. 642–650.
155. **Токранов А.М.** Некоторые вопросы биологии *Icelus perminovi* Taranetz и *I. canaliculatus* Gilbert (Cottidae, Pisces) в тихоокеанских водах северных Курильских островов // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. 1998. Т. 103. Вып. 3. С. 21–24.
156. **Токранов А.М.** О половом диморфизме рогатковых рода *Icelus* Kroyer (Cottidae, Pisces) в прикамчатских водах // Бюллетень МОИП. 1999. Отд. биол. Т. 104. Вып. 4. С. 35–40.
157. **Токранов А.М.** «Нетрадиционные» объекты промысла: реально ли сегодня освоение их запасов? // Рыбное хоз-во. 2002. № 6. С. 41–43.
158. **Токранов А.М.** О необычном проявлении полового диморфизма у вильчатохвостого триглопса *Triglops forficatus* (Cottidae) // Вопросы ихтиологии. 2004. Т. 44. № 2. С. 285–288.
159. **Токранов А.М.** Некоторые черты биологии трех малоизученных видов рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах Охотского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы международного научно-практического семинара (30 ноября

– 10 декабря 2006 г.). Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс», 2006. С. 302–305.

160. **Токранов А.М.** Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: дисс. в виде науч. докл. ... докт. биол. наук. Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН. 2009. 83 с.
161. **Токранов А.М.** Особенности распределения и размерные показатели четырёх малоизученных видов рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах охотского моря // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53. № 4. С. 430.
162. **Токранов А.М.** Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Сборник докладов всероссийской конференции: «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата» (29 сентября – 3 октября 2014 г.). Хабаровск, 2014. С. 162–165.
163. **Токранов А.М.** О половом диморфизме у рогатковых рыб (Cottidae, Pisces) прикамчатских вод // XXX Любичевские чтения - 2016. Современные проблемы эволюции и экологии: Сб. матер. межд. конф. (Ульяновск, 5–7 апреля 2016 г.). Ульяновск: УлГПУ, 2016. С. 124–131.
164. **Токранов А.М.** Рогатковые рыбы рода *Myoxocephalus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // V Межд. Балтийский морск. форум: Всерос. науч. кофн. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов», труды (23–24 мая 2017 г.). Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский гос. техн. университет», 2017. С. 75–80.
165. **Токранов А.М.** Рогатковые рыбы рода *Gymnocanthus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: VIII Всероссийская научно-практическая конференция. 2017а. С. 176–180.

166. **Токранов А.М.** Потенциальные объекты прибрежного рыболовства прикамчатских вод Охотского моря и проблемы использования их ресурсов // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 44. С. 109–113. DOI: 10.17217/2079-0333-2018-44-109-113.
167. **Токранов А.М.** Трофические группировки рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах // Принципы экологии (электронный журнал). 2019. № 3. С. 101–110. DOI: 10.15393/j1.art.2019.9662
168. **Токранов А.М.** Особенности размерно-возрастной структуры различных представителей отряда Scorpaeniformes прикамчатских вод // Актуальные пробл. освоения биол. ресурсов Мирового океана: Матер. VI Межд. науч.-техн. кофн.: в 2 ч. (20–21 мая 2020 г.). Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. Ч. I. С. 181–185.
169. **Токранов А.М., Полутов В.И.** Распределение рыб в Кроноцком заливе и факторы, его определяющие // Зоол. журн. 1984. Т. 63. Вып. 9. С. 1363–1373.
170. **Токранов А.М., Орлов А.М.** Некоторые черты биологии восточного двурогого ицела *Icelus spatula* (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45. № 2. С. 204–211.
171. **Токранов А.М., Орлов А.М.** Особенности распределения и экологии двух видов рогатковых рыб рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Вопросы ихтиологии. 2012. Т. 52. № 6. С. 658–671.
172. **Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.** Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский Остров, 2014. 336 с.
173. **Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А.** Краткий обзор родов *Hemilepidotus* и *Melletes* (Cottidae) и некоторые черты биологии нового для фауны России вида – чешуехвостого получешуйника

- Hemilepidotus zapus* из тихоокеанских вод северных Курильских островов // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43. № 3. С. 293–310.
174. **Токранов А.М., Орлов А.М., Мухаметов И.Н.** Размерно-возрастная структура белобрюхого получешуйника *Hemilepidotus jordani* (Cottidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в конце XX - начале XXI веков // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: VII Всероссийская научно-практическая конференция. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. С. 147–151.
175. **Ушаков П.В.** Фауна Охотского моря и условия ее существования. Под ред. Е.Н. Павловского. М: Изд-во академии наук СССР, 1953. 459 с.
176. **Фадеев Н.С.** Данные о плодовитости некоторых донных и придонных рыб юго-восточной части Берингова моря. // Изв. ТИНРО. 1970. Т. 74. С. 47–53.
177. **Федорец Ю.В., Шарова О.А., Васильева Л.Е.** Отолиты ископаемой дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (Gadidae) из поселений Клерк-5 (2500–2000 л.н.) // Вопросы рыболовства. 2012. Т. 13. № 2(50). С. 320–329.
178. **Федоров В.В.** Ихтиофауна материкового склона Берингова моря и некоторые аспекты её происхождения и формирования. // Изв. ТИНРО 1973. Т. 87. С. 3–41.
179. **Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В., Шестаков А.В., Волобуев В.В.** Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2003. 204 с.
180. **Фигуркин А.Л.** Развитие океанологических условий западной Камчатки по данным мониторинговых наблюдений 1997 и 2000 гг. // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 103–116.
181. **Фигуркин А.Л.** Исследование пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических условий восточной части

Охотского моря (Западно-Камчатский район) // ТИНРО-Центр. отчет по х/д 07-01. 2001.

182. **Фукс Г.В.** Методические аспекты определения возраста полярной камбалы (*Liopsetta glacialis*) по отолитам в арктических морях северо-западной части России // Изв. КГТУ. 2017. № 44. С. 70–86.
183. **Хлупова А.С.** Рыбы Сахалина, как сырье для получения медицинских жиров и витамина А // Изв. ТИНРО 1950. Т. 32. С. 135–153.
184. **Храпкова Н.В.** Скопления промысловых рыб и ихтиопланктона в Корфо-Карагинском районе // Труды Ин-та океанол. АН СССР. 1961. Т. 43. С. 285–294.
185. **Храпкова Н.В.** Скопления промысловых рыб и ихтиопланктона в Камчатском заливе // Труды Ин-та океанол. АН СССР. 1961а. Т. 43. С. 295–308.
186. **Хрусталёва А.М., Павлов Д.А.** Особенности морфологии отолитов у молоди некоторых видов рыб Белого моря // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40. № 5. С. 655–667.
187. **Чернявский В.П.** Циркуляционные системы Охотского моря // Изв. НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. 1981. Т. 105. С. 13–19.
188. **Четвергов А.В.** Состав, биомасса и некоторые особенности распределения донных рыб у западнокамчатского побережья по данным учетной траловой съемки летом 1998 г. // Тез. докл. регион. конф. по актуальным проблемам морск. биологии и экологии (2-3 октября 1998 г.). Владивосток: ДВГУ, 1998. С. 139–140.
189. **Чугунова Н.И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959. 164 с.
190. **Чучукало В.И.** Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2006. 484 с.
191. **Чучукало В.И., Лапко В.В., Кузнецова Н.А., Слабинский А.М., Напазаков В.В., Надточий В.А., Кобликов В.Н., Пущина О.И.**

- Питание донных рыб на шельфе и материковом склоне северной части Охотского моря летом 1997 г. // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 24–57.
192. **Шейко Б.А.** К познанию ихтиофауны залива Петра Великого // Биология моря. 1983. № 4. С. 14–20.
193. **Шейко Б.А., Федоров В.В.** Глава 1. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий / Под ред. Моисеева Р.С., Токранова А.М. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печат. двор, 2000. С. 7–69.
194. **Шелехов В.А., Панченко В.В.** Возраст и рост нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (Cottidae) в водах южного Приморья (Японское море) // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47. № 2. С. 228–237.
195. **Шмидт П.Ю.** Рыбы Тихого океана. Очерк современных теорий и воззрений на распространение и развитие фауны рыб Тихого океана. М.: Пищепромиздат, 1948. 124 с.
196. **Шмидт П.Ю.** Рыбы Охотского моря. М.-Л.: 1950. 370 с.
197. **Шунтов В.П.** Особенности распределения ихтиофауны в юго-восточной части Берингова моря. // Зоологический журнал. 1963. Т. 42. Вып. 5. С. 704–715.
198. **Шунтов В.П.** Вертикальная зональность в распределении рыб в верхней батииали Охотского моря. // Зоологический журнал. 1965. Т. 44. Вып. II. С. 1678–1689.
199. **Шунтов В.П.** Изучение рыбных ресурсов дальневосточных морей // Проблемы дальневосточной рыбохозяйственной науки. М: Агропромиздат, 1985. С. 5–13.
200. **Шунтов В.П.** Биологические ресурсы дальневосточных морей: перспективы изучения и освоения // Биология моря. 1988. № 3. С. 3–14.
201. **Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России. Т. 1. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. 580 с.

202. **Шунтов В.П., Темных О.С.** Среднемноголетняя биомасса и доминирующие виды рыб в донных и придонных биотопах Охотского моря. Сообщение 1. Состав и количественное соотношение видов на шельфе разных районов моря. // Изв. ТИНРО. 2018. Т. 193. С. 3–19.
203. **Шунтов В.П., Борец Л.А., Дулепова Е.П.** Некоторые результаты экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 1990. Т. 111. С. 3–26.
204. **Шунтов В.П., Иванов О.А., Горбатенко К.М.** Что же произошло в экосистеме Охотского моря в 2008–2018 гг.? // Изв. ТИНРО. 2019. Т. 197. С. 62–82.
205. **Югай А.В.** Обоснование комплексного использования бычков семейства керчаковых дальневосточного региона для производства пищевой продукции // Современное состояние биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова, Владивосток: ФГУП «ТИНРО-центр», 2008. С. 964–967.
206. **Югай А.В.** Обоснование пищевого использования дальневосточных бычков семейства Cottidae // Изв. ТИНРО. 2009а. Т. 156. С. 341–347.
207. **Югай А.В.** Разработка формованной продукции на основе мышечной ткани бычков семейства Cottidae // Изв. ТИНРО. 2009б. Т. 157. С. 269–273.
208. **Югай А.В., Слуцкая Т.Н., Калиниченко Т.П.** Сравнительная характеристика керчаков видов *Муохосефалус polyacanthosephalus* и *Муохосефалус jaok* // Научные труды Дальрыбвтуза. 2012. Т. 26. С. 114–119.
209. **Югай А.В., Слуцкая Т.Н., Классен Н.В.** Исследование Водоудерживающей способности рыбного фарша на основе рыбного фарша керчаков. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хоз-во. 2014. № 4. С. 112–119.

210. **Allen M.L., Smith G.B.** Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and North-Eastern Pacific // U.S. Dept. Comm. NOAA Tech. Rept. NMFS.1988. № 66. 151 p.
211. **Aurrekoetxea G., Perera M.N.** Aprovechamiento de recursos pesqueros infrautilizados para la obtencion de alimentos mejorados para el cultivo de peces // Congreso nacional de acuicultura "Acuicultura y desarrollo sostenible" (Santander, 22-25 mayo, 2001). Bol. Inst. esp. oceanogr. 2002. 18. № 1–4. P. 87–93.
212. **Beamish R.J., Beamish R.J., McFarlane J.A.** Current trends in age determination methodology // Age and growth of fishes I.K.C. Summerfelt, G.E. Hall (eds.). Ames: The Iowa St. Univ. Press. 1987. P. 15–42.
213. **Cadrin S.X., Friedland K.D.** Morphometric outlines // Stock identification methodology / Eds. Cadrin S.X. et al. Amsterdam: Elsevier Acad. Press, 2005. P. 173–184.
214. **Campana S.E.** Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Ottawa, Ontario: NRC Res. Press, 2004. 284 p.
215. **Campana S.E., Casselman J.M.** Stock discrimination using otolith shape analysis // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1993. Vol. 50. No. 5. P. 1062–1083.
216. **Cardinale M.** Ontogenetic diet shifts of bull-rout, *Myoxocephalus scorpius* (L.), in the south-western Baltic sea // Journal of applied Ichthyology. 2000. Vol. 16. № 6. P. 231–239.
217. **Cardinale M., Doering-Arjes P., Kastowsky M., Mosegaard H.** Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2004. Vol. 61. P. 158–167.
218. **Chilton D.E., Beamish R.J.** Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 60. 1982. 98 p.
219. **Clemens W.A., Wilby G.V.** Fishes of the Pacific coast of Canada // Bull. Fish. Res. Board Can. 1946. № 68. 443 p.

220. **Connors M.E., Hollowed A.B., Brown E.** Retrospective analysis of Bering Sea bottom trawl surveys: regime shift and ecosystem reorganization // Progress in Oceanography. 2002. Vol. 55. P. 209–222.
221. **Fukushima M., Tsuda S., Yoshizawa Y.** Fabrication of highly porous alumina prepared by gelation freezing route with antifreeze protein // Journal American Ceramic Society. 2013. Vol. 96. P. 1029–1031. <https://doi.org/10.1111/jace.12229>
222. **Gilbert C.H., Burke C.V.** Fishes from Bering Sea and Kamchatka // Bul. U. S. Bur. Fisher 1912. Vol. 30. P. 31–96.
223. **Hard J.L.** Pacific fishes of Canada // Bull. Fish. Res. Board Can. 1973. № 180. 740 p.
224. **Hoff J.R.** Biology and ecology of threaded sculpin, *Gymnocanthus pistilliger*, in the eastern Bering Sea // Fish. Bull. 2000. Vol. 98. № 4. P. 711–722.
225. **Hutchinson C.E., TenBrink T.T.** Age determination of Yellow Irish Lord: Management implications as a result of new estimates of maximum age // North American Journal of Fisheries Management. 2011. Vol. 31. P. 1116–1122.
226. **Ideta A., Aoyagi Y., Tsuchiya K., Nakamura Y., Hayama K., Shirasawa A., Sakaguchi K., Tominaga N., Nishimiya Y., Tsuda S.** Prolonging hypothermic storage (4°C) of bovine embryos with fish antifreeze protein. Journal of Reproduction and Development. 2015. Vol. 61. Issue 1. P. 1–6.
227. **Ilkyaz A.T., Metin G., Kinacigil H.T.** The use of otolith length and weight measurements in age estimations of three Gobiidae species (*Deltentosteus quadrimaculatus*, *Gobius niger*, and *Lesueurigobius friesii*) // Turk J Zool. 2011. Vol. 35(6). P. 819–27.
228. **Burger J., Gochfeld M., Jeitner C., Burke S., Stamm T.** Metal levels in flathead sole (*Hippoglossoides elassodon*) and great sculpin (*Myoxocephalus polyacanthocephalus*) from Adak Island, Alaska: Potential

- risk to predators and fishermen // *Environmental Research*. 2007. Vol. 103. Issue 1. P. 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2006.02.005>
229. **Kim M.K., Kong H.S., Youm H.W., Jee B.C.** Effects of supplementation with antifreeze proteins on the follicular integrity of vitrified-warmed mouse ovaries: comparison of two types of antifreeze proteins alone and in combination // *Clin Exp Reprod Med*. 2017. Vol. 44(1). P. 8–14.
230. **Lombarte A., Castellon A.** Interspecific and intraspecific otolith variability in the genus *Merluccius* as determined by image analysis // *Can. J. Zool*. 1991. Vol. 69. № 9. P. 2442–2449.
231. **Lombarte A., Chic Ò., Parisi-Baradad V., Olivella R., Piera J. García-Ladona E.** A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina* 2006. 70: P. 147–152.
232. **Mahatabuddin S., Tsuda S.** Applications of Antifreeze Proteins: Practical Use of the Quality Products from Japanese Fishes. In: Iwaya-Inoue M., Sakurai M., Uemura M. (eds) *Survival Strategies in Extreme Cold and Desiccation. Advances in Experimental Medicine and Biology*. Singapore: Springer, 2018. Vol. 1081. DOI: [org/10.1007/978-981-13-1244-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1244-1_17).
233. **Mahatabuddin S., Hanada Y., Nishimiya Y., Miura A., Kondo H., Davies P.L., Tsuda S.** Concentration-dependent oligomerization of an alpha-helical antifreeze polypeptide makes it hyperactive // *Sci. Rep*. 2017. 7:42501
234. **Matsubara K.** Fish morphology and hierarchy. Tokyo. I-II. 1955. 1605 p.
235. **Matveev A.A.** The distribution and the size composition of *Myoxocephalus jaok* Cuvier, 1829 and *M. polyacanthocephalus* Pallas, 1814 on the west coast of Kamchatka // PICES. Annual Meeting (Oct. 25-Nov. 5, 2018, Yokohama, Japan). Book Abstracts. 2018. P. 202.
236. **Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K.** Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland // *Amer. Fish. Soc*. 2002. Vol. 1037. P. 40.
237. **Mendoza R.P.R.** Otoliths and their applications in fishery science // *Ribarstvo*. 2006. Vol. 64 (3). P. 89–102.

238. **Mori T.** Fishes of San-in District including Oki Island and its adjacent waters (Southern Japan Sea) // Mem. Hyogo Univ. Agric. 1956. Vol. 2, № 3. P. 1–62.
239. **Munkner W.** Uber Fischereiressourcen und ihre Nutzung // Inf. Fischwirt. № 1. 2001. C. 29–33.
240. **Nakabo T.** Fam. Cottidae // Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokyo: Tokai Univ. Press, 2002. Vol. 1. P. 628–650, 1525.
241. **Nishikawa J., Sonoda T., Sakurai I., Seto M., Nakao S.** Diets of demersal fishes and macrobenthos in the coastal water off Tomakomai, Hokkaido // Nippon suisan gakkai. 2000. Vol. 66. № 1. P. 33–43.
242. **Nishimiya Y., Mie Y., Hirano Y., Kondo H., Miura A., Tsuda S.** Mass preparation and technological development of an antifreeze protein: toward the practical use of biomolecules // Synthesiology. 2008a. Vol. 1. P. 7–14
243. **Nishimiya Y., Kondo H., Takamichi M., Sugimoto H., Suzuki M., Miura A., Tsuda S.** Crystal structure and mutational analysis of Ca<sup>2+</sup>-independent type II antifreeze protein from Longsnout poacher, *Brachyopsis rostratus* // Journal of Molecular Biology. 2008b. Vol. 382. P. 734–746.
244. **Orr, J.W., Drumm D.T., Hoff G.R., Stevenson D.E.** Species identification confidence in the Bering Sea Slope surveys (1976–2010). AFSC Processed Rep. Alaska Fish. Sci. Cent., NOAA, Natl. Mar. Fish. 2014. 71 p.
245. **Pawson M.G.** Using otolith weight to age fish // J. Fish. Biol. 1990. Vol. 36. P. 521–531.
246. **Reuter R., TenBrink T.T.** Assessment of sculpin stocks in the eastern Bering Sea and Aleutian Islands. In: Stock Assessment and Fishery Evaluation Report of the Groundfish Resources of the Bering Sea and Aleutian Islands Region. Anchorage, AK: North Pacific Fishery Management Council, 2008. P. 1409–1448.

247. **Rogers. S.I., Ellis. J.R.** Changes in the demersal fish assemblages of British coastal waters during the 20th century // ICES J. Mar. Sci. 2000. Vol. 57, № 4. P. 866–881.
248. **Schmidt, P.J.** A revision of the genus *Gymnacanthus* Swainson (Pisces, Cottidae) // Ezheg. zool. Muz., 1927. Vol. 28 (1). P. 25–32.
249. **Stevenson D.E., Hoff G.R.** Species identification confidence in the eastern Bering Sea shelf survey (1982–2008). Alaska Fisheries Science Center Proc. Rep/ 2009-04. National Marine Fisheries Service, Seattle, WA
250. **Stransky C., MacLellan S.E.** Species separation and zoogeography of redfish and rockfish (genus *Sebastes*) by otolith shape analysis // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2005. Vol. 62. No. 10. P. 2265–2276.
251. **Svetocheva O., Stasenkova N., Fooks G.** Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea // IMR. PINRO. 2007. Joint Rept. Ser. № 3. 46 p.
252. **TenBrink T.T., Buckley T.W.** Life-History Aspects of the Yellow Irish Lord (*Hemilepidotus jordani*) in the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands // Society for Northwestern Vertebrate Biology. Northwestern Naturalist. 2013. 94(2). P. 126–136. DOI: DX.DOI.ORG/10.1898/12-33.1
253. **Tokranov A.M., Orlov A.M.** Feeding pattern of the great sculpin *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (Cottidae) and its position in the trophic system of near-kamchatka waters // Journal of applied Ichthyology. 2013. Vol. 53. № 11. P. 969–981.
254. **Tomalty H.E., Hamilton E.F., Hamilton A., Kukai O., Allen T., Walker V.K.** Kidney preservation at subzero temperatures using a novel storage solution and insect ice-binding proteins // Cryoletters. 2017. Vol. 38. № 2. P. 100–107.
255. **Ueno T.** List of the Marine Fishes from the waters of Hokkaido and its adjacent regions // Sci. Rept. Hokkaido Fish. Exp. Stat. 1971. Vol. 13. P. 61–102.

256. **Vasilets P.M.** FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.
257. **Watanabe M.** Studies en the sculpin of Japan and its adjacent waters. Kadokawa Shoten. Tokyo. 1958. 461 p.
258. **Wilson D.E.** Revision of the cottid genus *Gymnocanthus*, with a description of their osteology. M.S. thesis. Univ. British Columbia. Vancouver. Canada. 1973. 223 p.
259. **WoRMS Editorial Board.** World Register of Marine Species. 2020 Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2021-01-22. DOI:10.14284/170
260. **Worthington, D.G., Fowler, A.J. and Doherty, P.J.** Variation in the relationship between otolith weight and age: implications for the estimation of age of two tropical damsel-fish (*Pomacentrus moluccensis* and *P. wardi*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52. P. 233–242.
261. **Yabe M.** Comparative osteology and myology of the superfamily Cottoidea (Pisces: Scorpaeniformes), and its phylogenetic classification // Memoirs of the Faculty of Fishes, Hokkaido University. 1985. Vol. 32. № 1. 130 p.
262. **Yamazaki A., Markevich A., Munehara H.** Molecular phylogeny and zoogeography of marine sculpins in the genus *Gymnocanthus* (Teleostei; Cottidae) based on mitochondrial DNA sequences // Mar. Biol. 2013. Vol. 160. P. 2581–2589. DOI: 10.1007/s00227-013-2250-4.
263. **Комплексная** оценка запасов рогатковых в Беринговом море и у Алеутских островов. Электронный ресурс. URL: <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2016-assessment-sculpin-stock-complex-bering-sea-and-aleutian-islands> (дата обращения: 19.01.2021)
264. **ООПТ** России, база биоразнообразия. Электронный ресурс. URL: <http://oopt.aari.ru/bio/52720> (дата обращения: 03.02.2021)

265. Электронный ресурс. URL: <http://www.fishbase.org/identification/SpeciesList.php?genus=Gymnocanthus> (дата обращения: 03.02.2021).
266. Электронный ресурс. URL: <https://geographyofrussia.com/karta-oxotskoe-more> (дата обращения: 05.02.2021).
267. Электронный ресурс. URL: <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>. (дата обращения: 10.02.2021).
268. Электронный ресурс. URL: <http://vityaz-avto.ru> (дата обращения 16.02.2021).
269. Электронный ресурс. URL: <https://apus.ru/site.xp/056056051.html> (дата обращения: 28.01.2021).
270. Электронный ресурс. URL: <https://www.getpaint.net> (дата обращения: 26.02.2021).
271. Электронный ресурс. URL: <https://www.argis.com> (дата обращения: 17.01.2021).
272. Электронный ресурс. URL: [R-Project.org](http://R-Project.org) (дата обращения: 07.02.2021).
273. Электронный ресурс. URL: <https://rstudio.com> (дата обращения: 07.02.2021).
274. Электронный ресурс. URL: <https://www.graphpad.com> (дата обращения: 25.02.2021).