

ISSN 0234-2774

ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

2019

Том 20

№3

ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА • Том 20 • №3 • 2019

PROBLEMS OF FISHERIES

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

Том 20 №3 2019

Июль — сентябрь

Основан в 2000 г.
Выходит 4 раза в год
ISSN 0234-2774

Главный редактор:
О.А. Булатов

Редакционный совет:
К. В. Колончин (председатель),
А. А. Байталюк, В. А. Беляев, Э. В. Бубунец
А. В. Долгов, А. В. Жигин, А. М. Каев,
А. Н. Котляр (научный редактор),
А. А. Лукин, Д. С. Павлов, Г. И. Рубан, Г. Е. Серветник,
А. А. Смирнов, Е. Н. Шадрин, В. П. Шунтов

Заведующая редакцией *Е. В. Трегубова*
Адрес редакции: 107140, Москва,
ул. Верхняя Красносельская, д. 17,
тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru



FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES

PROBLEMS OF FISHERIES

Vol. 20 issue 3 2019

July – september

Founded in 2000
Four issues every year
ISSN 0234-2774

Editor-in-chief:
O.A. Bulatov

Editorial Board:
K.V. Kolonchin (Chairman),
A.A. Baitalyuk, V.A. Belyaev, E.V. Bubunets,
A.V. Dolgov, A.M. Kaev,
A.N. Kotlyar (Scientific Editor), A.A. Lukin,
D.S. Pavlov, G.I. Ruban, G.E. Servetnik, E.N. Shadrin,
V.P. Shuntov, A.A. Smirnov, A.V. Zhigin



Staff Editor *E.V. Tregubova*
Address of the Editorial Office: Nr. 17,
Verkhnyaya Krasnosel'skaya, 107140, Moscow
Phone: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

- Международное сотрудничество России и Европейского Союза в области рыболовства в Балтийском море
И.В. Карпушевский, В.А. Беляев 267
- Ярусный промысел в Баренцевом море и возможности его использования в управлении запасом трески (*Gadus morhua morhua* l.)
В. М. Борисов, А.К. Чумаков, В.А. Ульченко 276

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

- Паразитофауна разновозрастных групп карповых рыб (Cyprinidae) северной части Каспийского моря
Е.А. Воронина, А.В. Конькова, В.В. Володина 293

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

- Изменения биологических и морфометрических показателей азиатской корюшки (*Osmerus dentex*) Тауйской губы (северная часть Охотского моря) в 1983 и 2015 гг. в результате антропогенного воздействия
М.В. Ракитина, А.А. Смирнов 303
- Биология и перспективы промысла наваги (*Eleginus navaga*) в бассейне Обской губы
А.К. Матковский, В.Е. Тунёв, С.И. Степанов, П. Ю. Савчук, А.С. Таскаев 312

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

- Распределение и питание молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*, Acipenseridae) в северо-западной части Каспийского моря
С.В. Шипулин, С.В. Канатьев, И.Н. Лепилина, Э.Ю. Тихонова 326

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

- Проблемы современного промысла антарктического и патагонского клыкачей (*Dissostichus spp.*) в водах Антарктики
А.К. Зайцев, С.Т. Ребик, Н.Н. Кухарев 339
- Современный промысел северного одноперого терпуга (*Pleurogrammus monopterygius*, Hexagrammidae) в водах восточной Камчатки и Курильских островов
Ю.К. Курбанов 350
- Стандартизация производительности промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг. с помощью обобщенной линейной модели
С.В. Баканев 363

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Мультимодельный подход к прогнозированию некоторых единиц запаса водных биологических ресурсов Сахалино-Курильского региона
И.С. Черниенко, Э.П. Черниенко 374

- ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 387

CONTENTS

REVIEWS

- International cooperation between Russia and the European Union in the field of fisheries in the Baltic Sea
I.V. Karpushevskiy, V.A. Belyaev 267
- Longline fishing in the Barents Sea and the possibility of its use in the Cod (*Gadus morhua morhua* l.) stocks management
V.M. Borisov, A.K. Chumakov, V.A. Ulchenko 276

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

- Parasitofauna of various age groups of carp fishes (Cyprinidae) of the northern part of the Caspian Sea
E.A. Voronina, A.V. Konkova, V.V. Volodina 293

BIOLOGY OF COMMERCIAL AQUATIC ORGANISMS

- Changes of biological and morphometric parameters of Asian smelt (*Osmerus dentex*) the Gulf of Tauisk (northern Part the Sea of Okhotsk) in 1983 and 2015 in the result of human impact
M. V. Rakitina, A. A. Smirnov 303
- Biology and prospects of fishing Nawaga (*Eleginus navaga*) in the basin of the Ob bay
A.K. Matkovsky, V.E. Tunev, S.I. Stepanov, P.Y. Savchuk, A.S. Taskaev 312

DYNAMICS OF ABUNDANCE

- Distribution and nutrition of Russian sturgeon juveniles (*Acipenser gueldenstaedtii*, Acipenseridae) in the north-western part of the Caspian Sea
S.V. Shipulin, S.V. Kanat'ev, I.N. Lepilina, E' Ju. Tikhonova 326

AQUATIC ORGANISMS FISHERY

- Issues of current Antarctic and Patagonian Toothfish (*Dissostichus* spp.) fisheries in the waters of Antarctic
A.K. Zaytsev, S.T. Rebyk, N.N. Kukharev 339
- Characteristics of fishery of Atka mackerel (*Pleurogrammus monoptygius*, Hexagrammidae) in eastern Kamchatka and Kuril Islands waters in 2010-2018
Y.K. Kurbanov 350
- Standardization of the Red king crab fishery efficiency in the Russian part in the Barents Sea in 2010–2018 using generalized linear model
S.V. Bakanev 363

METHODOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY RESEARCH

- Multi-model approach to some marine biological resources stock forecast in Sakhalin-Kuril region
I.S. Chernienko, E.P. Chernienko 374

- AUTHORS' INSTRUCTION 387

УДК 341.16:639.2 (261.24)

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ И ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА В ОБЛАСТИ РЫБОЛОВСТВА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

© 2019 И.В. Карпушевский¹, В.А. Беляев²

¹ Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО), Калининград, 236022

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, 107140

E-mail: karpushevskiy@atlantniro.ru

Поступила в редакцию 27.11.2018 г.

В современный период развитие международного сотрудничества в области рыболовства в Балтийском море основывается на взаимодействии двух равноправных партнеров — Российской Федерации и Евросоюза. От результатов этого взаимодействия во многом зависит геополитическая обстановка в регионе.

В рамках Соглашения о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море между правительством Российской Федерации и Европейским сообществом в период с 2009 по 2018 гг. состоялось одиннадцать сессий Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море на которых решался целый комплекс вопросов, связанных с рациональным использованием биологических ресурсов Балтийского моря, ведением промысла, перспективами использования совместно эксплуатируемых запасов рыб.

Ключевые слова: Балтийское море, международное сотрудничество, заливы Балтийского моря.

Международное сотрудничество России в области рыболовства в Балтийском море со всеми странами региона до 2005 г. осуществлялось в соответствии с «Конвенцией о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Бельтах», принятой на Конференции прибалтийских государств в сентябре 1973 г. (г. Гданьск, Польша) ратифицированной СССР 20 февраля 1974 г. и вступившей в силу 28 июля 1974 г. (Сборник действующих договоров..., 1976).

Практические вопросы этого сотрудничества решались на ежегодных сессиях Международной комиссии по рыболовству в Балтийском море, ИБСФК (англ. International Baltic Sea Fishery Commission, IBSFC), действующей в соответствии со статьей V упомянутой Конвенции. При выполнении своих функций Комиссия основывалась на рекомендациях

Международного совета по исследованию моря, ИКЕС (англ. International Council for the Exploration of the Sea, ICES), который был утвержден в Копенгагене в 1902 г. после конференции, состоявшейся в Стокгольме в 1899 г. (Конвенция о Международном совете..., 1972).

С участием всех прибалтийских государств на сессиях ИБСФК устанавливались общие допустимые уловы (ОДУ) и национальные квоты по вылову рыб, относящихся к объектам международного регулирования — трески *Gadus morhua callarias*, сельди балтийской (салаки) *Clupea harengus membras*, шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus*, атлантического лосося (сёмги) *Salmo salar*, а также вырабатывались рекомендации по мерам рационального использования их запасов в Балтийском море.

Распад СССР обусловил возникновение проблемы разделения квот как между бывшими республиками Советского Союза, так и новой стороной — Евросоюзом. На состоявшемся в январе 1992 г. совещании руководителей Рыбакколхозсоюзов квоты на вылов трески и сельди были разделены Международной комиссией по рыболовству в Балтийском море с учетом традиций вылова в соответствующих удовлетворивших заинтересованные стороны пропорциях между Россией, Литвой, Латвией и Эстонией. За основу распределения ОДУ по национальным квотам были приняты исторически сложившиеся уловы рыбы прибалтийскими государствами в период с 1981 по 1990 гг., проводившими лов рыбы в различных подрайонах ИКЕС Балтийского моря.

Руководствуясь принципами Международной конвенции и Международной комиссии по рыболовству в Балтийском море, правительство Российской Федерации после распада Советского Союза заключало двухсторонние соглашения о сотрудничестве в области рыбного хозяйства с правительствами Латвийской Республики (1992 г.), Эстонской Республики (1994 г.), Республики Польша (1995 г.), Литовской Республики (1999 г.).

Основные направления сотрудничества в области морских исследований в Балтийском море, представляющие взаимный интерес включали: координацию исследований по оценке запасов живых ресурсов Балтийского моря; разработку ОДУ; изучение миграций и воспроизводства рыб, биологической структуры промысловых уловов, динамики численности пелагических и дemersальных рыб, гидрологических условий. Проводились совместные научно-исследовательские экспедиции, ежегодные взаимные консультации специалистов, осуществлялся обмен научными данными.

Исходя из рекомендаций XIX сессии ИБСФК, состоявшейся в г. Варшава (Республика Польша) 13–17 сентября 1993 г., в период с 1993 по 2004 гг. ИБСФК

ежегодно проводила распределение ОДУ водных биоресурсов между странами с соблюдением соответствующих пропорций на основе «ключей» распределения национальных квот по вылову. При этом доля России составляла: по треске — 5,0% от суммарного ОДУ в 22–24-м и 25–32-м подрайонах ИКЕС; по салаке — 5,77% от суммарного ОДУ в 22–24-м и 25–29+32-м подрайонах ИКЕС, включая Рижский залив и исключая 30-й и 31-й подрайоны (Ботнический залив); по шпроту — 10,08% от ОДУ в 22–32-м подрайонах ИКЕС; по атлантическому лососю — 1,9% от ОДУ в основном бассейне Балтики 22–31-го подрайонов ИКЕС (включая Ботнический залив) и 9,3% от ОДУ в 32-м подрайоне (Финский залив).

Однако следует отметить, что в документах ИБСФК всегда имелась запись о том, что пропорции распределений ОДУ между рыболовными зонами не могут считаться, как отражающие какую-либо общепринятую концепцию и не могут быть использованы в качестве основы для распределения ОДУ в будущем. Такая ежегодно присутствующая в рекомендациях сессий ИБСФК запись давала возможность в будущем при несогласии договаривающихся сторон провести перераспределение ОДУ по новым пропорциям.

Первые официальные дискуссии по пересмотру «ключей» распределения общего допустимого улова водных биологических ресурсов (ВБР) между странами были проведены в июне 2002 г. на заседании Рабочей группы ИБСФК по долгосрочным стратегиям управления для трески, сельди и шпрота Балтийского моря (г. Краков, Республика Польша). Прения по этому вопросу продолжились в сентябре 2002 г. на 28-й сессии ИБСФК (г. Берлин, Германия), на Рабочей группе по долгосрочным целям и стратегиям управления. На внеочередной сессии ИБСФК в июне 2003 г. (г. Краков, Республика Польша) была принята резолюция XX по Плану управления для запасов трески в Балтийском море.

Помимо прочего данная резолюция гласила о том, что стороны Конвенции не позднее 1 января 2005 г. должны применить систему управления, предусматривающую установление ОДУ отдельно для западного и отдельно для восточного запасов трески. Специальная рабочая группа (г. Брюссель, Королевство Бельгия, сентябрь 2003 г.) была посвящена рассмотрению предложений по новым «ключам» распределения для трески и сельди.

Согласно резолюции XXI, принятой на 29-й сессии ИБСФК (г. Вильнюс, Литовская Республика, сентябрь-октябрь 2003 г.), по рекомендациям ИКЕС для Балтийского моря были выделены четыре района управления для сельди.

На 30-й сессии ИБСФК (г. Гдыня, Республика Польша, сентябрь 2004 г.) сельдь Рижского залива (подрайон 28.1) была выделена в самостоятельную единицу запаса, а национальные квоты по треске на 2005–2006 гг. были установлены отдельно для западного (22–24-й подрайоны) и восточного (25–32-й подрайоны) запасов. Причем по предложению ЕС доля России в ОДУ трески 22–24-го подрайонов оказалась нулевой, что вынудило российскую делегацию сделать заявление о несоблюдении принятой процедуры распределения ОДУ и нарушении принятых «ключей» распределения. Данное заявление нашло отражение, как в отчете по работе 30-й сессии ИБСФК, так и в Приказе Федерального агентства по рыболовству от 31 января 2005 г. № 29 «О выполнении рекомендаций 30-й сессии Международной комиссии по рыболовству в Балтийском море (ИБСФК)».

В период существования ИБСФК в соответствии со статьёй XI (п. 1–4) Конвенции о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Бельтах были определены сроки подачи заявлений с возражениями или представлением особого мнения каждой из сторон относительно рекомендаций, выработанных на сессиях ИБСФК.

Так, в связи с чрезвычайно резким снижением ОДУ и российской квоты по сельди в 2002–2004 гг., Россия оставила за собой право на установление своего размера ОДУ, выражала свое мнение и направляла его соответствующее обоснование для увеличения своей квоты в 2002, 2003 и 2004 гг. В качестве обоснования увеличения российской квоты стало отсутствие ясно выраженных целей и стратегии управления этим запасом, наличие больших неопределенностей в оценках запаса вследствие ряда сложностей популяционной структуры. Также российская делегация обратила особое внимание на смешанный характер пелагического промысла европейскими странами шпрота на технические цели, в котором прилов сельди, в том числе маломерной, может достигать 37%, и подчеркнула необходимость принятия мер по ограничению прилова сельди и охране ее молоди.

В свете появления двух новых участников формирований в прибалтийском регионе — Евросоюза и Российской Федерации, а также выделения новых самостоятельных единиц запасов водных биоресурсов для них, «ключ» распределения национальных квот вылова был несколько изменен и просуществовал несколько лет, вплоть до распада ИБСФК. Для Российской Федерации изменения коснулись таких объектов промысла, как балтийская сельдь и треска. Доля России по треске составила 7,9% от ОДУ 25–32-го подрайонов ИКЕС, доля салаки — 9,5% от ОДУ запаса 25–29+32-го (без сельди Рижского залива) подрайонов ИКЕС.

В связи с расширением Европейского сообщества (ЕС) с 1 мая 2004 г. ИБСФК прекратила свое действие в январе 2006 г., а с 1 января 2007 г. прекращено применение Конвенции о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Бельтах. С этого момента вопросами установления ОДУ и распределением квот на вылов рыбы стали заниматься две стороны — ЕС и Российская Федерация — автономно, каждая в соответствии со своей юрисдикцией.

В последующие после распада Комиссии по рыболовству годы по настоящее время ЕС и Россия устанавливали свои объемы квот на вылов водных биоресурсов Балтийского моря без взаимного согласования. Однако обе стороны старались не выходить за рамки рекомендаций ИКЕС по общему допустимому вылову рыб в море и придерживались принципа рационального изъятия ВБР.

С целью предотвращения возникшего в годы после роспуска ИБСФК правового вакуума в вопросах рыболовства в Балтийском море в апреле 2009 г. между правительством Российской Федерации и Европейским Сообществом было подписано Соглашение о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море (2012) (далее – Соглашение). Новое Соглашение о рыболовстве заменило соглашение между странами ЕС и Российской Федерацией в части, касающейся морского рыболовства в Балтийском море, и Конвенцию 1973 г. В данном Соглашении было подтверждено общее желание сторон в обеспечении сохранения и долгосрочной устойчивой эксплуатации рыбных запасов в Балтийском море. Стороны обязались развивать экосистемный подход к управлению промыслом на основе наилучших из имеющихся научных рекомендаций, признали важность научных исследований для сохранения устойчивой эксплуатации рыбных ресурсов и управления ими, в том числе в рамках ИКЕС.

Первая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море (далее – Комиссия) в соответствии со статьей 14 Соглашения состоялась 11 марта 2010 г. в г. Калининград (Российская Федерация). В целом сессия носила установочный характер, а работа в ходе заседаний предполагала разработку правил процедуры последующих сессий Комиссии, создание Рабочих групп соответствующего профиля, постановку вопросов координации рыбохозяйственных исследований,

сотрудничества в области воспроизводства ВБР и контроля в области рыболовства в Балтийском море.

Вторая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море проходила 21–22 июня 2010 г. в г. Брюссель. На данной и последующих сессиях одним из вопросов повестки дня стала информация ИКЕС относительно состояния запасов водных биоресурсов в Балтийском море, о научных рекомендациях по ОДУ совместно эксплуатируемых запасов ВБР. Эта информация для обсуждения поочередно представляется сторонами на основе материалов ИКЕС.

Одним из главных вопросов второй сессии встал вопрос о «ключях» распределения совместных запасов. Стороны согласились о возможном распределении квот шпрота и атлантического лосося на уровне, определенном ИБСФК в 2005 г. Однако по треске и сельди такого согласия достигнуто не было.

Для более конкретной и плодотворной работы последующих сессий по вопросам сотрудничества в области контроля и мониторинга рыболовства в Балтийском море, сотрудничества в области долгосрочного управления совместными запасами, сотрудничества в сфере научных исследований на второй сессии было решено создать в рамках Смешанной комиссии две Рабочие группы: группу по сотрудничеству в области контроля и мониторинга и группу по долгосрочному управлению запасами живых морских ресурсов. На следующей третьей сессии, прошедшей 13–15 апреля 2011 г. в г. Калининград, стороны согласовали мандаты этих Рабочих групп и назначили их руководителей со стороны Евросоюза и Российской Федерации.

Также в ходе работы третьей сессии стороны продолжили диалог по вопросу «ключей» распределения ОДУ совместных запасов водных биоресурсов в Балтийском море. Получив цифры возможного увеличения российской доли вылова по треске и балтийской сельди, которые были озвучены

в ходе заседания второй сессии, представители ЕС обратились с просьбой предоставить обоснование позиции России к следующей сессии Комиссии.

Помимо этого на третьей сессии Комиссии были рассмотрены вопросы научного сотрудничества, а также сотрудничества в области воспроизводства ВБР, возможности допуска рыболовных судов для промысла в исключительной экономической зоне Российской Федерации и стран-членов ЕС в Балтийском море.

На своем первом заседании Рабочая группа по долгосрочному управлению запасами живых морских ресурсов в рамках Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море, состоявшемся 27–28 июня 2011 г. в г. Брюссель, было решено провести инвентаризацию существующих мер управления запасами рыб Балтийского моря, которые применяются Российской Федерацией и ЕС. В ходе работы был проведен анализ материалов ИКЕС о состоянии совместных запасов основных объектов промысла ВБР и представлены научные рекомендации ИКЕС по ОДУ этих запасов. Проведение этого анализа с последующим представлением результатов на очередных сессиях Смешанной комиссии стало одним из главных вопросов деятельности Рабочей группы.

Четвертая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море проходила 29–30 июня 2011 г. в г. Брюссель. На сессии были заслушаны результаты проведенной Рабочей группой в области контроля и мониторинга и Рабочей группой по долгосрочному управлению запасами, работы в межсессионный период, подтверждены планы их работ на следующий год.

Со стороны ЕС была представлена презентация программы Европейского союза о перспективах рыболовства. В свою очередь, Российская сторона описала процедуру ежегодного установления ОДУ в Российской Федерации, при этом заявив, что не считает возможным установление ОДУ для лосося и шпрота до достижения

договоренности по «ключам» распределения для восточного запаса трески и сельди Центральной Балтики.

Российская сторона представила данные, подготовленные специалистами ФГУП «АтлантНИРО», которые аргументируют позицию по увеличению своей доли в ОДУ для восточного запаса трески и для запаса сельди Центральной Балтики. Стороны договорились после тщательной проработки указанной информации согласовать организацию технической встречи специалистов обеих сторон и экспертов ИКЕС для совместного рассмотрения выдвинутых РФ предложений.

Такая встреча состоялась 4 июня 2012 г. в г. Калининград (Российская Федерация). Эксперты российской стороны представили материалы по расчетам предлагаемой российской доли трески в объеме ОДУ. После проверки указанных материалов, специалистами ЕС и ИКЕС был сделан вывод о том, что расчеты, выполненные российскими экспертами, верны. Стороны договорились представить результаты работы группы экспертов на рассмотрение предстоящей сессии Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море.

На Пятой сессии Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море, состоявшейся 7–8 июня 2012 г. в г. Калининград стороны договорились осуществлять оперативный обмен информацией по национальным величинам ОДУ совместных запасов ВБР Балтийского моря. Также в ходе заседаний сессии была подчеркнута важность налаживания обмена информацией с российской стороной о применении регламента совета Европейского союза об установлении системы по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого (ННН) промысла и о существующей в ЕС системе обеспечения соблюдения его положений.

Как и на предыдущих четырех сессиях Комиссии, одним из главных для обсуждения стал вопрос «ключей» распреде-

ления ОДУ для трески и сельди. Несмотря на положительное заключение по обоснованию увеличения российской доли ОДУ, выданное техническими экспертами обеих сторон и представителем ИКЕС, ЕС все же придерживается мнения о том, что при установлении «ключей» распределения за основу должно быть принято историческое распределение промысловых возможностей. Поэтому с учетом того, что вопрос согласования «ключей» распределения для трески и сельди остается нерешенным, стороны договорились установить на 2013 г. автономные меры регулирования совместных запасов рыб в Балтийском море в соответствии с рекомендациями Международного совета по исследованию моря.

Шестая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море проходила 8–9 июля 2013 г. в г. Брюссель. Сторонами были представлены стратегии установления и распределения ОДУ, действующие в странах ЕС и России. При обсуждении одного из основных вопросов — о возможности установления совместного ОДУ биоресурсов — сторона ЕС подтвердила свою позицию относительно исторического принципа при распределении между сторонами квот для трески и сельди и желание обсудить рекомендации по ОДУ для шпрота и лосося, поскольку «ключи» распределения для этих видов согласованы ранее. В свою очередь сторона РФ отметила необходимость нахождения компромисса по «ключам» распределения для трески и сельди с учетом интересов сторон, и информировала сторону Евросоюза о том, что в соответствии с российским законодательством не представляется возможным установление совместного ОДУ для отдельно взятых видов ВБР до достижения договоренности по «ключам» для всех совместных запасов рыб Балтийского моря.

Выслушав и обсудив отчет о деятельности Рабочей группы по долгосрочному управлению запасами живых морских ресурсов в Балтийском море, в котором был представлен анализ материалов ИКЕС

о состоянии совместных запасов и возможных ОДУ основных объектов промысла ВБР, стороны согласились, что критерием при расчете квот на вылов должен быть использован подход «максимального устойчивого вылова» (MSY) и научные рекомендации ИКЕС.

На седьмой сессии Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море, проходившей с 1 по 2 июля 2014 г. в г. Санкт-Петербург (Российская Федерация) руководитель российской делегации представил информацию о существующей процедуре установления ОДУ в России, в частности, о работе научных организаций, которые подготавливают материалы по оценкам ОДУ для прохождения государственной экологической экспертизы, о процедуре прохождения экспертизы и последующем нормативном закреплении ОДУ в водах России. Помимо этого российская сторона проинформировала сторону ЕС о продолжении сотрудничества с Польшей и Литвой в области восстановления запасов угря в трансграничных водоемах и высказала заинтересованность в участии в заседании научного комитета ЕС по Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, СИТЕС, (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES) для снятия ограничений на экспорт стекловидного угря в Россию с целью восстановления его запаса.

По вопросу об установлении «ключей» распределения ОДУ совместных запасов видов ВБР между Россией и ЕС в Балтийском море, который на протяжении пяти последних сессий являлся одним из самых важных и до сих пор не решенных, сторонам так и не удалось достигнуть договоренности. Стороны согласились с решением о необходимости дополнительного обсуждения проблемы «ключей» распределения в будущем для достижения разумного компромисса и признали целесообразным обсудить на Восьмой сессии

Комиссии возможность совместного установления квот вылова шпрота и лосося, принимая во внимание ранее достигнутые договоренности по «ключам» данных видов ВБР.

Восьмая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море состоялась 2 июля 2015 г. в г. Рига (Латвийская республика). Стороной Евросоюза было отмечено, что политика ЕС в вопросах рыболовства в Балтийском море консервативна и включает в себя три ключевых момента: применение концепции максимального устойчивого улова с целью рационального использования ресурсов моря, текущее и прогнозируемое ИКЕС состояние запасов ВБР, а также рекомендации по объемам ОДУ.

Сторона Евросоюза обратила внимание на то, что новый регламент ЕС по общей политики в области рыболовства предусматривает вступление в силу обязательств по выгрузке в водах ЕС с 1 января 2015 г. для трески, лосося и мелкосельдевых видов рыб и с 1 января 2017 г. — для камбаловых видов рыб. Кроме этого стороной Евросоюза был представлен новый утвержденный план по запрету выброса рыбы (трески, лосося, шпрота и сельди) при ведении рыболовства в Балтийском море, который вступил в силу с 1 января 2015 г.

В период 5–6 июля 2016 г. в г. Москва (Российская Федерация) состоялась Девятая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море. В ходе встречи российская сторона представила информацию о внесении изменений в Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», которые направлены на сохранение анадромных видов рыб на миграционных путях к местам нереста и включают в себя запрещение применения плавных (дрифтерных) сетей при осуществлении промышленного рыболовства, рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях и прибрежного рыболовства анадромных видов рыб

во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

В рамках обсуждения и решения вопроса по «ключам» распределения ОДУ совместных запасов водных биоресурсов Балтийского моря российской стороной было предложено проведение встречи с руководством рыбной отрасли государств-членов ЕС с возможностью проведения внеочередной сессии Комиссии.

Десятая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море была проведена 5–6 июля 2017 г. в г. Брюссель (Королевство Бельгия). Стороной ЕС была представлена информация о политике Евросоюза в вопросах рыболовства в Балтийском море. Сторона РФ проинформировала стороную ЕС о продолжающемся сотрудничестве в сфере восстановления запаса угля между Россией и Польшей, которое несколько затормозилось в последнее время, и выразила обеспокоенность существующим положением дел с продвижением аналогичного литовского плана.

Стороны согласились, что, несмотря на некоторые разногласия, необходимо продолжить работу по выработке общей позиции по «ключам» распределения ОДУ водных биоресурсов Балтийского моря, и отметили, что при установлении ОДУ и квот они будут придерживаться научных рекомендаций ИКЕС, направленных на достижение максимально устойчивых уловов.

Одиннадцатая сессия Смешанной комиссии по рыболовству в Балтийском море была проведена 26–27 сентября 2018 г. в г. Москва (Российская Федерация). Российская сторона предоставила информацию по процедурам установления ОДУ и распределения квот в Российской Федерации, а также о существовавшей в период действия «Конвенции о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Бельтах» практике обмена квотами на вылов разных видов рыб между

странами, которая позволяла наиболее эффективно проводить промысел. В свою очередь сторона ЕС представила информацию об общей политике ЕС в области рыболовства и ее содержании.

В ходе обсуждения в очередной раз был поднят вопрос о несогласованности «ключей» распределения ОДУ, который, как и ранее, остался нерешенным.

Стороны согласились, что необходимо расширить формат деятельности Рабочей группы по долгосрочному управлению запасами живых морских ресурсов в Балтийском море, действующей в рамках Комиссии, и поручить ей продолжить работы по разработке совместных мер управления запасами водных биоресурсов. Помимо этого было принято решение о переименовании данной группы в рабочую группу по планам управления запасами живых морских ресурсов в Балтийском море.

Особое внимание было уделено сотрудничеству в восстановлении запаса угря и утверждению российско-польского плана по восстановлению его запаса в бассейне реки Преголя и Вислинском заливе, а также запрету на экспорт личинки угря, продленному до конца 2018 г. и возможности экспорта стеклянного угря начиная с 1 января 2019 г.

Один из ключевых вопросов сессии — рассмотрение возможности промысла российскими судами на коммерческой основе недоосваиваемых странами ЕС ОДУ в Балтийском море в экономических зонах стран Евросоюза. Стороны пришли к единому мнению, что для решения этого вопроса требуется подготовительная работа на основе результатов проверки, представленной Российской стороной информации о вылове и недоосвоении странами ЕС ОДУ, а также с учетом возможностей нормативно-правовых актов Евросоюза и договорились о том, что консультации по данному вопросу могут быть проведены на планируемых заседаниях Рабочей группы по планам управления запа-

сами живых морских ресурсов в Балтийском море.

В период новой истории, т.е. после прекращения действия Конвенции 1973 г. и упразднения Международной Комиссии по рыболовству в Балтийском море, развитие международного сотрудничества в области рыболовства в Балтийском море основывается на взаимодействии двух равноправных партнеров — Российской Федерации и Евросоюза. От результатов этого взаимодействия во многом зависит геополитическая обстановка в регионе.

И, поскольку запасы рыб в Балтийском море являются трансграничными, ассоциированными и взаимозависимыми, российская морская стратегия на современном этапе должна способствовать утверждению национальных интересов в области рыболовства и научных морских исследований биологических ресурсов, как в ИЭЗ и территориальном море России, так и в остальной части Балтики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Конвенция о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Бельтах // Сборник действующих договоров, соглашений и конвенций, заключенных СССР с иностранными государствами. М.: Международные отношения. 1976. Вып. XXX. С. 236–241.

Конвенция о Международном совете по исследованию моря // Сборник действующих договоров, соглашений и конвенций, заключенных СССР с иностранными государствами. М.: Международные отношения. 1972. Вып. XXV. С. 107–117.

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Европейским сообществом о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения живых морских ресурсов в Балтийском море // Бюл. междунар. договоров. 2012. № 11. С. 73–81. (<http://www.pravo.gov.ru>).

**INTERNATIONAL COOPERATION BETWEEN RUSSIA AND THE EUROPEAN
UNION IN THE FIELD OF FISHERIES
IN THE BALTIC SEA**

I. V. Karpushevskiy, V. A. Belyaev

*Atlantic branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad,
236022*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140

In the modern period, the development of international cooperation in the field of fisheries in the Baltic Sea is based on the interaction of two equal partners – the Russian Federation and the European Union. The geopolitical situation in the region largely depends on the results of this interaction. In the framework of the Agreement between the European Community and the Government of the Russian Federation on cooperation in fisheries and the conservation of the living marine resources in the Baltic Sea took place eleven sessions of the Baltic Sea Fishery Commission in the period from 2009 to 2018. These sessions addressed a whole range of issues related to the rational use of the biological resources of the Baltic Sea, fishing, prospects for the use of shared fish stocks.

Keywords: Baltic Sea, international cooperation, bays of the Baltic Sea.

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.562–155.3 (268.45)

**ЯРУСНЫЙ ПРОМЫСЕЛ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ
ЗАПАСОМ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA MORHUA*)**

© 2019 г. В. М. Борисов, А. К. Чумаков¹, В. А. Ульченко

*Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, 107140*

¹ООО «Персей» г. Мурманск, 183038

E-mail: forecast@vniro.ru

Поступила в редакцию 23.04.2019

На основе данных отраслевой системы мониторинга Росрыболовства, Министерства торговли, промышленности и рыболовства Норвегии, материалов Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству (AFWG) и протоколов Смешанной Российско-Норвежской Комиссии по рыболовству (СРНК), а также данных, собранных научными наблюдателями ФГБНУ «ВНИРО» на ярусных судах компании ООО «Персей» в 2013–2018 гг. анализируется современное состояние российского и норвежского рыбного промысла в Баренцевом море, осуществляемого донными нетраловыми орудиями лова с акцентом на ярусный лов. Поскольку ярусный промысел в гораздо большей степени чем тралы, ориентирован на отлов крупной, старшевозрастной рыбы, предлагается использовать эту специфику ярусного лова для ослабления возросшего в последние годы каннибализма в популяции трески. По мнению авторов, фактор каннибализма на фоне относительно благоприятных гидрологических условий может быть основной причиной наблюдающегося очередного сокращения запаса трески. Меры, направленные на расширение масштабов ярусного лова, особенно отечественного, доля которого составляет сейчас не более 6%, сдерживали бы негативное влияние каннибализма на запас трески.

Ключевые слова: треска Баренцева моря, ярусный лов, хищничество, каннибализм, управление запасом, ОДУ

ВВЕДЕНИЕ

В послевоенной (с 1946 г.) истории баренцевоморского трескового промысла на период 2006–2013 гг. пришелся небывалый рост запаса трески, особенно его нерестовой части. За 7 лет биомасса половозрелых рыб возросла с 605 до 2662 тыс. т, т.е. в 4,4 раза (Report..., 2018). Представляется, что этому способствовали две основные причины.

Во-первых, начавшееся в 2004–2005 гг. заметное потепление моря (Состояние сырьевых..., 2018) сформировало и в последующие годы поддерживало комплекс благоприятных гидрологических и связанных с ними кормовых условий, обес-

печивающих успешность инкубации икры, выживания личинок и молоди. В результате появилось несколько высокоурожайных поколений, которые по мере их роста и вступления в промысловый запас ежегодно увеличивали его биомассу.

Во-вторых, на эти благоприятные природные условия наложилась причина антропогенного характера, связанная с реформой регулирования трескового промысла (Протокол 36-й сессии СРНК, 2007). Правилom регулирования промысла трески (ПРП) предусматривалось, в частности, «стремление к достижению стабильности ОДУ из года в год» (Протокол 34-й сессии

СРНК, 2005). Для реализации такой стратегии, отвечающей прежде всего интересам рынка (поддерживать высокую цену на треску), годовые ОДУ изменялись не адекватно растущему запасу, а не более чем на 10% (с 2016 г. этот диапазон был расширен до 20%).

К началу второй декады 2000-х годов, когда промысловый запас трески достиг 4 млн. т, а нерестовый (SSB) — 2 млн. т, необходимость в корректировке действующего ПРП стала очевидной. Суммарно возросшая пищевая потребность трески угрожала не только мойве, как основному тресковому корму, но и другим видам, обитающим в ареале трески, включая и собственную молодь. Широко известному фактору каннибализма у трески на тот момент особого значения еще не придавалось.

Тем не менее, 45-я сессия СРНК внесла в прежний вариант ПРП пункт о возможности увеличения промысловой смертности от $F_{msy} = 0,4$ до $F_{tr} = 0,6$ по мере увеличения SSB (или B) от $2 B_{pa} = 920$ тыс. т до $3 B_{pa} = 1380$ тыс. т. При этом $B_{pa} = 460$ тыс. т соответствует «ра», т.е. предосторожному подходу к эксплуатации запаса трески (Протокол СРНК, 2015).

В соответствии с этим нововведением в ПРП и принимая во внимание, что весь период 2010—2018 гг. SSB трески превышал $3 B_{pa}$, целевую промысловую смертность (F_{tr}) можно было устанавливать на уровне $F_{tr} = 0,6$. При этом, руководствуясь текущими оценками SSB и принятым ходом кривой F_{tr} модернизированного ПРП (Правила), ОДУ в эти годы мог быть на уровне не только 1 млн. т, но и существенно выше. Фактически же вылов в 2010—2012 гг. ограничивался объемами в 610—730 тыс. т, а к 1 млн. т приблизился лишь в 2013 и 2014 гг. Но и в эти годы, и ранее (с 2009 г.) промысловая смертность колебалась между 0,24 и 0,29, несмотря на то, что в соответствии с Правилем F не должна быть ниже 0,3, если SSB выше B_{pa} (Протокол СРНК, 2009). Кроме того, для реализации прописанного в ПРП стратегического стремления к посто-

янству ОДУ его величины, рекомендуемые на каждый последующий год, дополнительно «задемпферивались» учетом величин SSB по прошлому году, текущему и прогнозами для трех последующих лет, а также корректировались вектором динамики развития запаса. При отрицательной его динамике (что вполне ожидаемо после достижения исторического максимума) рекомендовалось 20%-е снижение ОДУ независимо от существующего, пусть и достаточно высокого, уровня SSB (Report..., 2015).

В результате такой разносторонне охранной для нерестового запаса системы идея устанавливать ОДУ в соответствии с уровнем SSB до сих пор так и не была опробована. Наоборот, только что наметившаяся тенденция к сокращению запаса в 2014 г. тут же послужила сигналом к снижению ОДУ, что сохраняло прежние предпочтения для крупной старшевозрастной трески, которая, наращивая каннибализм в условиях дефицита других кормов, снижала шансы на очередные высокочисленные пополнения.

Нам представляется, что в такой, невыгодной для промысла, саморегуляции численности трески некоторый позитив могло бы внести расширение ярусного промысла в Баренцевом море, ориентированного, на преимущественное изъятие крупной старшевозрастной трески.

Основное содержание статьи посвящено анализу состояния современного баренцевоморского ярусного промысла и возможностям его использования для перманентной корректировки запаса трески в сторону его омоложения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей статье использованы материалы, собранные научными наблюдателями ВНИРО на ярусных судах компании ООО «Персей» преимущественно в осенние периоды 2013—2018 гг.

Сбор научно-промысловой информации, характеризующей биологическое состояние объектов ярусного лова, в настоящее

время затруднен и ограничен. Это связано с тем, что в последние годы (с 2014 г.) по финансовым причинам были прекращены регулярные систематические наблюдения, прежде осуществляемые сотрудниками ФГБНУ «ПИНРО» в рейсах на российских ярусоловах. Сейчас объем доступной информации с этих судов фактически ограничивается лишь промысловыми данными, поступающими в Мурманский филиал Центра Системы Мониторинга рыболовства и Связи (ЦСМС). При сопоставлении российского ярусного промысла с норвежским привлекались данные Директората рыболовства Норвегии.

Сравнительный анализ многолетних данных, касающихся динамики ихтиомассы и возрастного состава 3–15-летней трески в периоды завышенной (1979–1989 гг.) и ослабленной (2007–2017 гг.) промысловой нагрузки на запас, проводился с использованием архивных материалов Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству (Report..., 2018). Динамика запаса трески в условиях действия прежнего (2004–2015 гг.) и существующего (с 2016 г.), модернизированного Правила регулирования ее промысла (ПРП) рассматривалась на основе Протоколов ежегодных сессий СРНК с учетом биомасс промыслового и нерестового запасов трески по периодам за 1998–2006 гг. и 2007–2017 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Треска в ярусном промысле донных рыб Баренцева моря. При анализе доступного материала, касающегося международного промысла баренцевоморских донных рыб, для общей картины представляется достаточным ограничить глубину ретроспективы пятилетием 2013–2017 гг., включающем вылов по шести основным видам (табл. 1).

За рассматриваемые годы совместными усилиями стран, ведущих регулярный баренцевоморский промысел донных рыб (из них лидирующую семерку составляют Норвегия, Россия, Фарерские острова, Франция, Германия, Великобритания, Польша) вылавливалось в среднем около 1,3 млн. т. В этом объеме более 70% приходится на треску, что объясняет особый международный интерес к этому объекту в смысле сохранения и поддержания ее запаса на уровнях, обеспечивающих долговременно высокие уловы. Решение такой стратегически важной задачи постоянно требует совершенствования уже используемых и внедрения новых мер регулирования промысла.

В этой связи необходимо иметь в виду, что преимущественный, достаточно масштабный донный траловый промысел в Баренцевом море дает относительно полную информацию лишь по той части запасов,

Таблица 1. Международный вылов основных донных рыб Баренцева моря в районах 1, 2а и 2в (по районированию ИКЕС), тыс. т

Годы	Треска	Пикша	Сайда*	Черный палтус	Зубатки	Морские окуни*	Всего
2013	966,1	193,7	97,1	22,2	23,4	2,9	1305,4
2014	986,4	177,5	102,7	22,7	21,2	14,7	1325,4
2015	864,5	194,8	101,4	24,7	25,3	21,1	1231,8
2016	849,4	233,4	112,4	25,2	25,0	28,3	1273,7
2017	868,3	227,6	113,4	26,4	25,5	24,7	1285,9
Среднее	906,9	205,4	105,4	24,2	24,1	18,3	1284,4
%%	70,6	16,0	8,2	1,9	1,9	1,4	100,0

Примечание. * — без пелагического промысла.

которая облавливается донными тралами. Другие виды донного промысла, в частности ярусного, не столь масштабны и поэтому большая часть их потенциальной сырьевой базы остается в тени, существенно недооценивается, что косвенно препятствует расширению их масштабов.

Как видно из таблицы 2, лишь в период 1995–1999 гг. нетраловыми способами лова от запаса трески изымалось только 12,3%. В другие периоды эта доля колебалась на уровне 5,9–8,5%.

На фоне общего вылова трески, составившего в 1990–2000-е годы 423,4–

824 тыс. т, нетраловый промысел обеспечивал 27–32,5%. Вклад российских ярусоловов в этот показатель весьма низок, поскольку их участие в общероссийском вылове баренцевоморских донных рыб за пятилетие 2013–2017 гг. ограничивалось 25,2–38,0 тыс. т или 4,5–6,6% (табл. 3).

По данным таблицы 3 видно, что российский ярусный флот в основном базируется на треске (54,2%), зубатках (27,9%) и пикше (13%). Черный палтус в лидирующую тройку не входит, составляя лишь 4% в общем российском ярусном вылове. На другие донные виды, при включении в эту группу

Таблица 2. Среднегодовые оценки запасов и уловов трески в разные периоды с 1990 по 2017 гг. (на основе данных Report..., 2018)

Периоды	Запас, тыс. т	Вылов					
		Всего, тыс. т	траловый		ярусный и др.		
			тыс. т	% от запаса	тыс. т	% от запаса	% от общего вылова
1990–1994	1763	423,4	303,6	24,0	119,8	6,8	28,2
1995–1999	1481	555,8	373,9	25,2	181,9	12,3	32,7
2000–2004	1518	442,6	312,7	20,6	129,9	8,5	29,3
2005–2009	2241	472,8	339,6	15,1	133,2	5,9	29,0
2010–2017	3748	824,0	601,5	16,0	222,5	5,9	27,0

Таблица 3. Российский ярусный вылов основных донных рыб Баренцева моря, тыс. т

Годы	Вылов по видам рыб							Суммы всех объёмов лова по годам	Доля ярусного от общего вылова, %
	треска	зубатка	пикша	чёрный палтус	менёк	камбала-ёрш	другие донные		
2013	15,3	6,3	2,3	1,1	0,04	0,04	0,11	25,2	4,5
2014	14,2	7,4	2,6	1,3	0,07	0,04	0,12	25,7	4,6
2015	18,1	10,0	4,7	1,6	0,1	0,04	0,11	34,5	6,5
2016	20,3	10,2	5,6	1,5	0,2	0,07	0,12	38,0	6,5
2017	19,6	11,2	6,0	0,9	0,2	0,09	0,11	38,0	6,6
Средние, тыс. т	17,5	9,0	4,2	1,3	0,08	0,06	0,11	32,3	-
Средние, %	54,2	27,9	13,0	4,0	0,3	0,3	0,3	100	5,7

также скатов, менька и камбалы-ерша, приходится в среднем не более 1%. Именно такая картина, в отношении видового состава российских ярусных уловов, складывалась, по крайней мере, в пятилетии 2013–2017 гг.

Основная причина столь низкого участия российских ярусоловов в отечественном рыбном промысле на Севере состоит в их малом количестве. Например, в 2017 г. ярусный промысел трески, пикши, зубаток и черного палтуса вели всего 15 судов, из которых только 6 составляли суда специализированной постройки, а 9 были переоборудованы из разного типа тральщиков (Характеристика ..., 2018).

Таблица 4 дает возможность сравнить относительные объемы отечественного ярусного промысла в Баренцевом море с объемами по нетраловому российскому промыслу в дальневосточных морях.

Наши расчеты, выполненные на основе данных, представленных в книге «Рыбное хозяйство Норвегии» (Зиланов и др., 2017), показывают, что в период 2010–2016 гг. норвежский лов тралами обеспечивал лишь 36,9–40,2% от общегодовых норвежских уловов донных рыб, тогда как 60–63% вылавливалось донными сетями, ярусами, снюрреводами и др. (табл. 5).

В российском же промысле донных рыб современный ассортимент нетраловых орудий лова ограничивается исключительно ярусами. Отечественные исследования, проводимые с 1990-х годов, подтвердили возможности промысла на Севере и снюрреводами, и удами с автоматизированным управлением, и донными сетями (Глухов, 1994; Бойцов и др., 1994; Чумаков, Глухов, 1994; Стасенков 1994; Криворучко и др., 1994). Но, к сожалению, практического во-

Таблица 4. Российский промысел нетраловыми орудиями лова в дальневосточных морях, тыс. т

Годы	Все донные орудия лова	Донные тралы и снюрреводы		Донные нетраловые орудия лова*	
		тыс. т	%	тыс. т	%
2013	429,6	359,2	84	70,4	16
2014	451,3	386,4	86	64,8	14
2015	433,4	354,7	82	78,7	18
2016	419,1	334,4	80	84,7	20
2017	433,4	341,8	79	91,7	21

Примечание. * — яруса донные, сети донные ставные, невода закидные, ловушки ставные.

Таблица 5. Распределение норвежских годовых уловов донных рыб по орудиям лова

Орудия лова	Годы													
	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	%
Трал	294	40,2	310	40,0	297	37,8	304	37,5	303	36,9	290	37,2	312	39,1
Сети	152	20,9	157	20,2	156	19,9	168	20,8	168	20,5	152	19,5	138	17,3
Ярус	129	17,6	143	18,4	151	19,3	155	19,2	143	17,4	144	18,4	146	18,3
Снюрревод	73	10,0	89	11,5	100	12,8	118	14,6	134	16,3	29	16,6	139	17,4
Джиггер	24	3,2	29	3,7	31	4,0	29	3,5	41	4,9	30	3,8	30	3,8
Невод	58	8,0	48	6,2	49	6,3	35	4,4	32	3,9	35	4,5	31	4,0
Всего	731		776		784		809		789		780		796	

площени, тем более в промышленных масштабах, эти работы не нашли.

Параллельное рассмотрение данных российского и норвежского ярусного промысла оправдано по трем причинам. Во-первых, потому что видовой ассортимент ярусных уловов обеих стран практически идентичен (табл. 3, 6). Во-вторых, перечисленные в таблицах виды являются представителями единых норвежско-баренцевоморских популяций, что позволяет анализировать их западные и восточные компоненты комплексно, а не в отрыве друг от друга. И в третьих, норвежский ярусный промысел по объемам вылова существенно (почти в 4 раза) превышает российский, что при объединении данных, несомненно, способствует большей объективности и репрезентативности анализа.

Распределение норвежских ярусных уловов по объектам промысла (табл. 6) отличается от российских существенно меньшей долей зубаток (4,5%) и относительно высоким выловом менька (6,9%), который в российских уловах не превышает 0,3%. Доля сайды в норвежских ярусах близка к 2%, тогда как российские ярусники этот вид практически не облавливают.

Заслуживает внимания также краткий анализ распределения норвежского и российского ярусного вылова по зонам промысла. Данные таблицы 7 указывают на то,

что более 77% норвежского ярусного вылова донных рыб обеспечивают районы, расположенные в границах национальной экономической зоны. При этом основную часть такого вылова приносит многочисленный малотоннажный «москитный» флот, промышленный в прибрежных водах, что экономически вполне оправдано из-за «короткого плеча» выхода судов в районы промысла и доставки уловов на берег.

Тем не менее, вклад относительно более крупных ярусников, ведущих экспедиционный лов в рыбоохранной зоне архипелага Шпицберген, также весьма ощутим (14,4%). Кроме того, дополнительно до 8% норвежских ярусных уловов обеспечивают доступные для норвежского флота районы российской экономической зоны.

Схожесть в распределении российского ярусного промысла (табл. 8) с норвежским состоит лишь в том, что основная его часть (40,6%) так же, как и в Норвегии приходится на свою экономическую зону. Здесь российские ярусоловы наращивали вылов от 8 тыс. т в 2013 г. до 19,5 тыс. т к 2017 г. Следующей по объемам вылова до 2016 г. оставалась норвежская экономическая зона, обеспечивая в 2013 и 2014 гг. российские выловы на уровне 10,4–11,4 тыс. т, но с 2016 г. они сократились до 8,5–6,9 тыс. т. На этом фоне значимость рыбоохранной зоны вокруг

Таблица 6. Норвежский ярусный вылов основных донных рыб Баренцева моря, тыс. т

Годы	Вылов по видам рыб							Суммы всех объектов лова по годам
	треска	пикша	меньк	зубатка	чёрный палтус	сайда	другие донные	
2013	76,3	34,6	7,8	9,3	4,6	2,1	1,1	135,8
2014	71,1	32,1	7,7	4,6	4,7	1,3	0,7	122,2
2015	65,3	33,1	9,2	4,2	4,7	2,3	0,9	119,7
2016	62,4	34,9	10,7	5,1	5,8	2,8	0,9	122,6
2017	61,5	38,2	7,0	4,4	6,3	2,0	0,8	120,2
Средние, тыс. т	66,5	34,5	8,5	5,5	5,2	2,1	0,9	123,2
Средние, %	54,0	28,0	6,9	4,5	4,2	1,7	0,7	100

Таблица 7. Норвежский ярусный вылов основных донных рыб Баренцева моря в 2013–2017 гг. по зонам промысла, т

Годы Вылов	2013	2014	2015	2016	2017	Средние по зонам промысла	
						тонн	%
Норвежская экономическая зона	103572	96516	90622	97600	91773	96017	77,3
Охранная зона вокруг Шпицбергена	20859	16734	20551	19137	12033	17863	14,4
Российская экономическая зона	10526	9066	8526	5856	16626	10120	8,1
Международная зона в Баренцевом море (открытые районы)	953	48	0	25	0	205	0,2
Всего	135910	122364	119699	122618	120432	124205	100,0

Таблица 8. Российский ярусный вылов основных донных рыб Баренцева моря в 2013–2017 гг. по зонам промысла, т

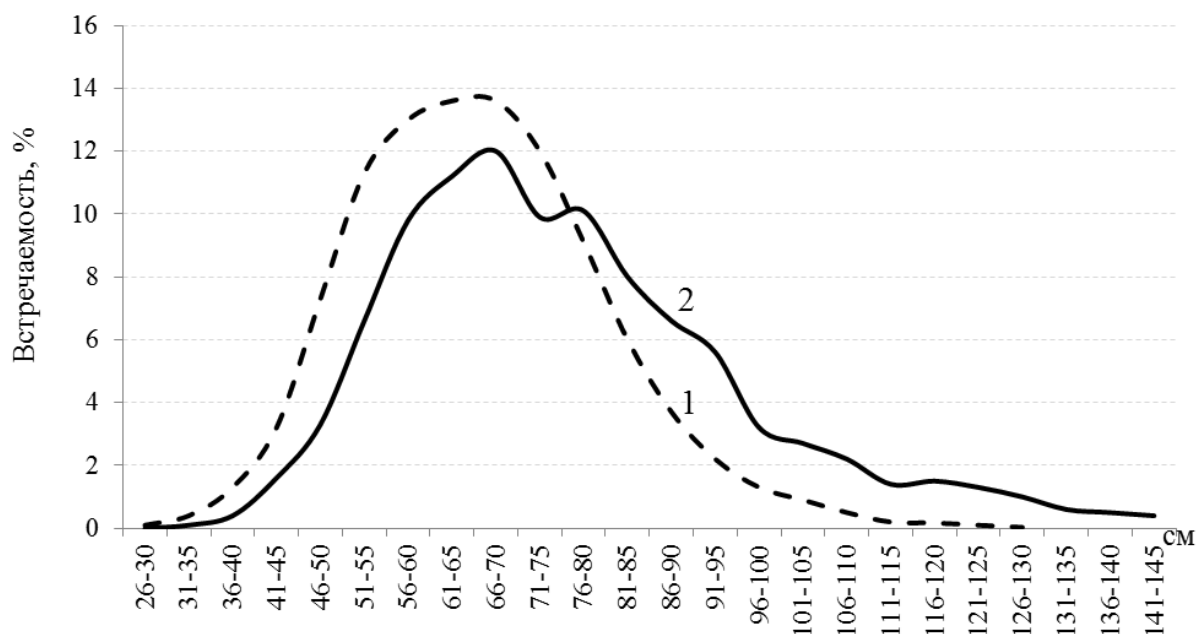
Годы Вылов	2013	2014	2015	2016	2017	Средние по зонам промысла	
						тонн	%
Российская экономическая зона	8056	7857	13327	16841	19555	13127	40,6
Норвежская экономическая зона	11423	10391	10435	8485	6946	9536	29,5
Охранная зона вокруг Шпицбергена	5802	7223	10853	12026	11360	9453	29,2
Международная зона в Баренцевом море (открытые районы)	47	218	127	544	153	218	0,7
Всего	25328	25689	34742	37896	38014	32334	100,0

Шпицбергена, наоборот, возростала с 5,8 до 12,0 тыс. т в 2016 г. и до 11,4 тыс. т в 2017 г. Значение открытых районов Баренцева моря в общем отечественном ярусном промысле составляет менее 1%.

Динамика возрастного состава и других биологических показателей трески при разных режимах промысла. Анализ ярусных уловов 2016–2018 гг. из районов российской экономической зоны показал, что треска в них представлена до-

вольно растянутым размерным рядом: от 32 до 145 см с наибольшей встречаемостью (12%) рыб размерами 66–70 см. При этом рыбы длиной более 100 см составляли 11,6%, а прилов непромысловой молоди (до 44 см) в среднем ограничивался 0,8% (рис. 1).

Сравнительный анализ осредненно-го размерного ряда уловов конвенционными тралами (ячей 125 мм + селективные решетки) из районов РЭЗ за эти же годы показывает заметное смещение кривой размерного



Тралы, %	0,1	0,4	1,3	3,2	7,3	11,3	13	13,6	13,6	12	9,1	6	3,7	2,2	1,3	0,9	0,5	0,2	0,17	0,1	0,03	0	0	0
Яруса, %	0	0,1	0,4	1,6	3,3	6,6	9,8	11,2	12	9,9	10,1	8	6,6	5,6	3,2	2,7	2,2	1,4	1,5	1,3	1	0,6	0,5	0,4

Рис. 1. Осредненные (за 2016–2018 гг.) размерные ряды трески из уловов тралами (1) и ярусами (2) в российской экономической зоне Баренцева моря.

распределения влево. Вершина этой кривой приходится на размерную группу 56–65 см, доля которой около 14%. Прилов непромысловой молодежи в тралах по сравнению с ярусами был существенно выше (5,0%), а встречаемость трески крупнее 100 см не превышала 2,0%.

Аналогичное расхождение в распределении трески по размерам в ярусных и тралово-снорреводных уловах наблюдается и у трески прикамчатских вод (Антонов, 2013).

Приведенное сравнение данных о размерном составе траловых и ярусных уловов баренцевоморской трески дополнительно подтверждает широко известный факт о добыче ярусами относительно более крупной рыбы, особенно если промысловики ставят это своей целью и экспериментируют с размерами крючков и видами наживок (Жокорин, 1994; Lokkeborg, 2010; Греков, 2012; Греков, Павленко, 2011; Чумаков, Лука, 2014).

В исследовании по воздействию различного режима промысла на структуру

запасов трески были проведены расчеты, характеризующие динамику промысловой ихтиомассы по возрастам. Для этой цели на основе исходных данных, содержащихся в ежегодных отчетах Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству (Report..., 2018) о массе и численности рыб разного возраста в уловах, были использованы произведения численности каждой возрастной группы на среднюю массу 1 экз. в соответствующем возрасте.

В этом плане показательно 20-летие 1998–2017 гг., включающее в себя как период 1998–2006 гг. с относительно низким среднегодовым уровнем промысловой биомассы трески (1460 тыс. т), так и период 2007–2017 гг. со сравнительно высокой биомассой (3105 тыс. т). Внутри этого периода на 2013–2017 гг. приходится наибольший уровень промысловой ихтиомассы (3614 тыс. т), что заслуживает отдельного внимания (рис. 2).

В первом анализируемом периоде от сравнительно низкого промыслового запаса,

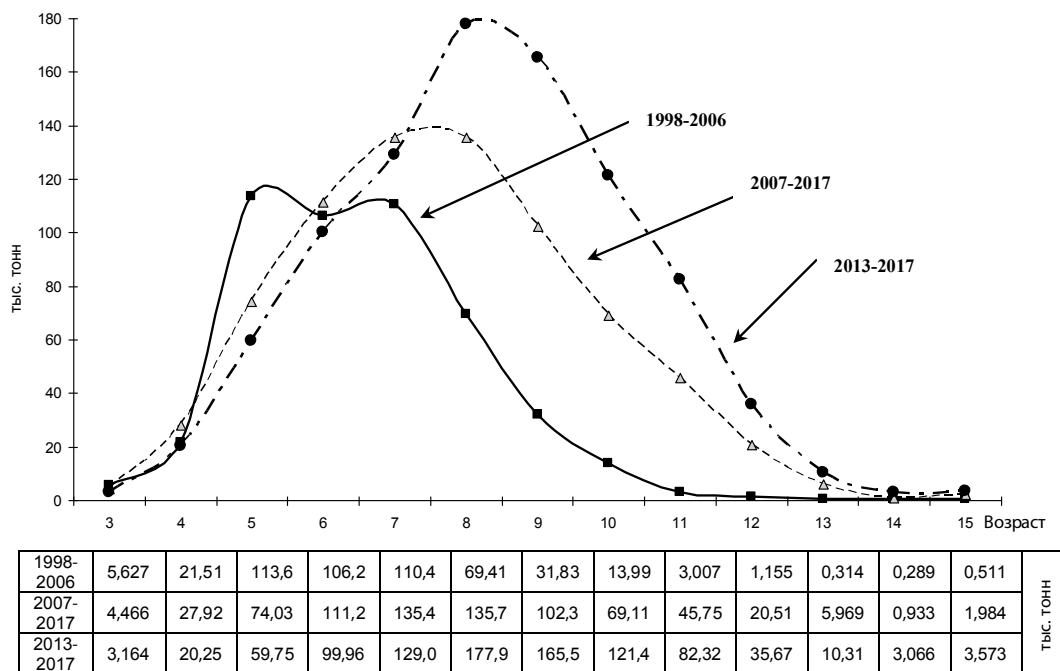


Рис. 2. Динамика промысловой икhtiомассы трески по возрастным группам.

изменяющегося в диапазоне 1150–1716 тыс. т, ежегодно вылавливалось по 415–641 тыс. т. Промысловую биомассу в этом периоде создавали в основном три возрастные группы — 5-ти, 6-ти и 7-летние рыбы. На них в среднем приходилось 330 тыс. т или 69% от общего среднегодового вылова в этот период. Соответственно вклад в общий вылов 8-летних и более старших рыб ограничивался только 120,5 тыс. т (25,2%). Участие в обеспечении промысла 3-х и 4-х леток при их достаточно высокой среднегодовой численности в уловах (24,4 млн. экз.), но низкой индивидуальной массе (0,88 кг) не превышало 6,0%. В сменившем его 11-летнем периоде (2007–2017 гг.) пик икhtiомассы сместился на 7–8-летнюю треску, составлявшую в уловах около 37%.

Но наиболее рельефно в сравнении с первым периодом выглядит специально выделенное пятилетие 2013–2017 гг. В нем пик накопления икhtiомассы (37,7%) приходится уже на 8–9-летних рыб, и основная часть промысловой икhtiомассы, соответственно, формируется за счет 8–12-летней трески. В среднегодовом вылове 2013–2017 годов на ее долю приходилось 66%.

Рисунок 3 показывает, что это связано с более высокой численностью старшевозрастных рыб. В 2013–2017 гг. они составляли 44%, тогда как для первого периода было характерно преобладание 5-летней трески, среднегодовая доля которой составляла 30,25%. Численность последующих возрастных групп снижалась настолько, что уже 8-летние рыбы и старше не превышали 9%.

Влияние интенсивности промысла (в данном случае промысловой смертности F) на структуру запаса (в данном случае на возрастной состав уловов) в еще большей степени демонстрирует анализ 50-летней ретроспективы 1967–2017 гг. (табл. 9). При относительно высоком промысловом запасе в 1967–1978 гг. (около 2,2 млн. т) и промысловой смертности (F), в среднем составляющей 0,68, наиболее многочисленными возрастными группами в уловах были 4-х и 5-летние рыбы, на долю которых приходилось 51,8%, тогда как рыбы 8 лет и старше составляли только 8,6%.

В следующем 11-летнем периоде (1979–1989 гг.), когда среднегодовая промысловая смертность возросла до $F = 0,83$,

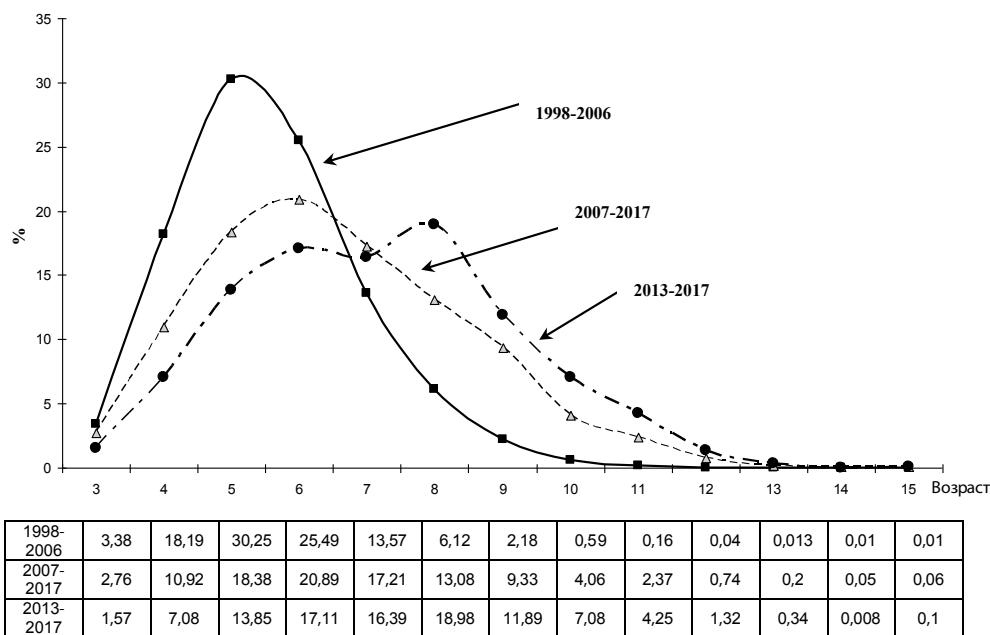


Рис. 3. Возрастной состав уловов трески по периодам промысла, %.

Таблица 9. Возрастной состав (%) уловов трески при разных уровнях промысловой смертности

Годы, периоды	Возраст, лет											F
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	>12	
1967–1978	13,90	25,63	26,16	16,47	9,20	5,28	2,28	0,68	0,24	0,08	0,07	0,68
1979–1989	5,89	22,80	29,24	22,85	12,21	4,36	1,81	0,56	0,19	0,06	0,04	0,83
1990–1993	7,17	18,61	22,28	17,59	15,29	10,17	5,47	2,91	0,39	0,09	0,01	0,43
1994–2006	3,55	18,48	29,96	24,92	13,77	6,32	2,19	0,59	0,14	0,04	0,03	0,77
2007–2017	2,83	11,53	19,43	19,98	18,19	13,84	8,19	3,77	1,63	0,42	0,18	0,31

а биомасса промыслового запаса снизилась до 973 тыс. т (рис. 4), максимум численности сместился на 5–6-летних рыб (52,1%) при некотором снижении доли (до 7,0%) 8-летних и более старших рыб.

Короткий период (1990–1993 гг.) нового роста запаса (от 1 млн. т до 2,3 млн. т) ознаменовался значительным снижением промысловой смертности (с 0,68 и 0,83 до 0,43) и заметным (на фоне предыдущих периодов) увеличением относительной численности рыб, начиная уже с 7-леток. Если в 1967–1978 гг. и 1979–1989 гг. треска такого возраста составляла в уловах соответственно 17,83% и 19,23%, то в 1990–

1993 гг. доля таких рыб в уловах увеличилась до 34,33%.

Накопление в популяции старшевозрастных рыб в условиях пониженной промысловой смертности особенно заметно проявилось в 2007–2017 гг. Ослабление промыслового пресса с $F = 0,77$ (среднее значение по 1994–2006 гг.) до $F = 0,31$ (среднее за 2007–2017 гг.) вдвое увеличило долю 7–12-летней трески: с прежних 23,08% до 46,22% (табл. 9).

Параллельно с накоплением в популяции старшевозрастных особей замедляется созревание трески, что демонстрируют оживы, представленные на рис. 5.

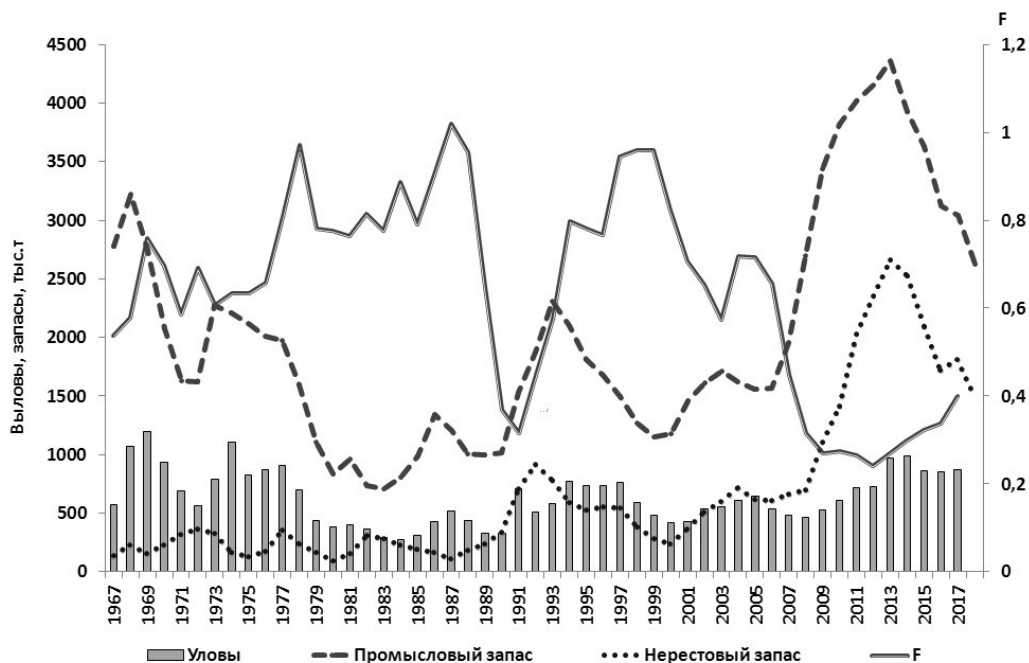
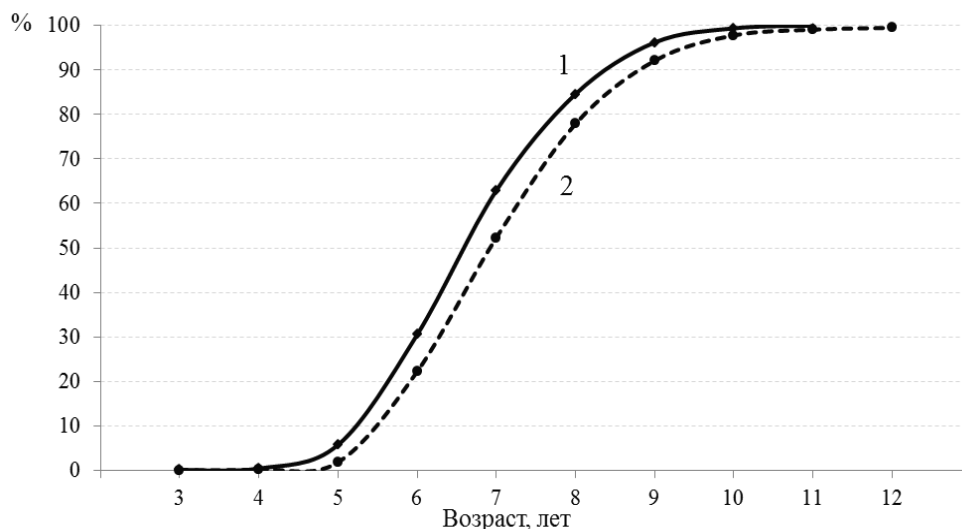


Рис. 4. Динамика запасов, вылова и промысловой смертности трески Баренцева моря (1967–2017 гг.).



1994–2006 гг.	0,1	0,4	5,7	30,5	62,9	84,6	96,2	99,4	100		%
2007–2018 гг.	0,01	0,2	1,8	22,2	52,3	77,9	92,1	97,8	99,1	99,5	%

Рис. 5. Созревание трески по возрастам в периоды интенсивного (1) и ослабленного (2) режима промысла.

Так, в 1994–2006 гг., при относительно высокой среднегодовой промысловой смертности ($F = 0,77$) доля половозрелой 7–8-летней трески составляла 62,9–84,6%. Но при снижении F до 0,31 (2007–2018 гг.)

среди 7–8-леток зрелых особей оказывалось только 52,3–77,9%. Это говорит о том, что интенсивный промысел не только укорачивает размерный ряд трески, но и способствует ускорению ее созревания.

Данные, содержащиеся в отчетах AFWG о восстановленных абсолютных численностях по возрастам, позволили проследить за убылью поколений в разные по интенсивности промысла периоды. По нашим расчетам каждое вновь народившееся поколение трески уже за первые 5 лет участия в промыслах (от 3 до 8 лет), а также от естественных причин (хищники, болезни, травмы от орудий лова и др.) теряет в среднем 87,6% своей исходной численности, учтенной в возрасте «3+». Но в условиях относительно мощного пресса промысла (1979–1989 гг., $F = 0,83$) до 8 лет от каждого поколения в среднем доживало только 3,2%, тогда как при ослабленной промысловой нагрузке (2007–2017 гг., $F = 0,31$) к такому возрасту выживало 21,5% крупных рыб, потенциальных потребителей большого количества собственной молодежи.

Повышенный канибализм препятствует полноценному вступлению новых поколений в промысловое стадо, что в конечном счете, способствует сокращению запаса. Именно для предотвращения такого негативного процесса в модернизированном ПРП предусматривалась возможность увеличения F по мере роста биомассы нерестового запаса (SSB). Однако в СРНК приоритетным остается «стремление к стабильности ОДУ из года в год» либо к его снижению, если прогнозируется какое-либо, пусть и незначительное сокращение SSB, несмотря на то, что его уровень еще остается выше $2B_{pa}$. При современном нерестовом запасе трески (1,2 млн. т) ее промысловая смертность в соответствии с ходом кривой F_{tr} (Протокол СРНК, 2016, Приложение 12) может составлять 0,50–0,55, что пока позволяет не снижать ОДУ, а удерживать его на уровне 750–780 тыс. т.

Приведенные расчеты могут восприниматься лишь как ориентировочные. Но они вскрывают следующий важный момент, имеющий непосредственное отношение к регулированию промысла и к управлению эксплуатируемыми запасами. Поддержание высокого уровня F неизбежно приводит к омоложению

популяции. Примером этому может служить не только баренцевоморская треска, но и исландская, «18-летние особи которой в середине 1960-х годов водились везде, а к 1974 г. треска старше 12 лет стала редкостью из-за чрезмерного промысла в предыдущие годы» (Курлански, 2017).

ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе современного состояния ярусного промысла в Баренцевом море обращает на себя внимание тот факт, что его доля в общем вылове донных баренцевоморских видов рыб (около 1,3 млн. т) составляла в 2013–2017 гг. 18,3% по норвежскому и 5,7% по российскому промыслу. В случае учета в норвежском промысле помимо ярусов других донных орудий лова (придонные сети, невода, снюрреводы, уды) суммарная доля нетралового промысла увеличивается до 60–63%. Неоправданно низкое российское участие в нетраловом баренцевоморском промысле донных рыб должно вызывать беспокойство по следующим соображениям.

Несмотря на декларируемом в российско-норвежском Договоре от 15.09.2010 г. сохранении доступа России во все районы баренцевоморского рыболовства, высока вероятность того, что Норвегия уже в ближайшем будущем может ограничить промысел тралящими орудиями лова в связи с масштабным ущербом, который траления наносят экосистеме моря. Элементы такого ограничения в последние годы уже апробируются Норвегией. Это закрытие обширных районов для тралового промысла в связи со значительным приловом молодежи промысловых рыб. Береговая охрана Норвегии ужесточает проверки российских промысловых судов, ведущих промысел в западных районах Баренцева моря. За прилов и выбросы маломерных рыб российские тральщики подвергаются наложению штрафов и аресту. В действиях береговой охраны Норвегии прослеживается четкий курс на выдавливание российского тралового промысла из районов совместного пользования. Такой курс безболезнен для Норвегии,

берущей тралами не более 40% вылова донных рыб, но это весьма тревожный сигнал для России, у которой тралы обеспечивают до 95% вылова. Такая ситуация требует пересмотра акцентов в отношении масштабов применения российских траловых и ярусных орудий лова.

Можно надеяться, что неизбежные трудности, связанные с расширением отечественного ярусного промысла на Севере будут перекрываться целым рядом преимуществ, которыми он обладает по сравнению с траловым. В их числе: минимизация воздействия промысла на экосистему моря, особенно на ее придонные и донные компоненты; дополнительное промысловое использование бестраловых зон (участки с тяжелыми каменистыми грунтами, неудобными для тралений, районы с высоким приловом молоди); повышенная экономическая эффективность (по расходу топлива, трудозатратам, качеству рыбопродукции); меньшая зависимость от погодных условий (Греков, 2012; Чумаков, Борисов, 2012; Чумаков, Лука, 2014).

Но кроме выше перечисленных преимуществ ярусного лова особого внимания заслуживает тот факт, что масштабный ярусный промысел за счет изъятия более крупных особей, т.е. своего селекционного влияния на структуру запаса может рассматриваться как средство, корректирующее возрастной состав облавливаемой популяции. Эту бесспорно ценную его особенность было бы весьма полезно использовать применительно к треске, например, с 2008 г., когда началось, а позже и продолжалось накопление в запасе крупных старшевозрастных особей, потенциальных потребителей собственной молоди (Борисов, 2012; Борисов и др., 2018). Вполне вероятно, что повышенный промысловый пресс на старшевозрастную часть запаса мог бы предотвратить или, по крайней мере, затормозить его падение после 2013 г. В этом проявилось бы не голословное, а фактическое управление запасом.

Сделанную оговорку считаем уместной, так как в Правилах «управления» запасом трески (Протокол СРНК-2018,

Приложение 12) все пункты, включая и стратегические принципы, по существу касаются регулирования промысла, изменения его режима, а не как такового управления запасом. К категории управления запасом, по-видимому, могут быть отнесены лишь те меры, реализация которых целенаправленно, в нужную (желаемую) сторону может повлиять на динамику численности запаса, на его биомассу, на возрастную структуру. В этой связи последовательное сокращение ОДУ трески от 1021 тыс. т в 2013 г. до 732 тыс. т в 2019 г. вводимое с целью поддержания запаса на прежнем высоком уровне, не обеспечивало желаемого эффекта. Промысловая биомасса запаса изменялась, но в сторону, противоположную от ожидаемой, что в данном случае не позволяет сокращение ОДУ расценивать в качестве целенаправленно управленческой меры на благо запаса. Более того, как показывает вышеприведенный анализ разных режимов промысла трески по периодам (рис. 3, табл. 9), ослабление пресса промысла сопровождается накоплением старшевозрастных рыб, что приводит к росту каннибализма с последующим обратным эффектом для запаса, — к его снижению.

Вышеприведенные рассуждения, а также результаты вынужденного «эксперимента» по ослаблению баренцевоморского трескового промысла в военные и послевоенные годы, когда среднегодовой показатель промысловой смертности за 1946—1960 гг. составлял только 0,44, заставляют говорить о закономерной обратной связи между показателем F и численной долей старшевозрастных рыб. Механизм такого явления, по-видимому, состоит в том, что при регулярном относительно интенсивном облове популяции у большого числа особей после каждого их участия в промысловых операциях снижаются шансы дожить до перехода в следующую возрастную группу. При этом, естественно, чем выше интенсивность промысла, тем этих шансов меньше, а чем продолжительнее жизненный цикл конкретной популяции, тем заметнее эта закономерность проявляется. Баренцевоморская треска является типичным представителем

таких популяций, в которой интенсивный промысел (1994–2006 гг.) оказывает «омолаживающее» влияние на возрастную структуру (Борисов, 1978), тогда как ослабление промысла (2007–2016 гг.) привело к обратному результату, к накоплению старшевозрастного контингента. Отсюда оправданная для многих «мирных» рыб логика — снижение ОДУ обеспечивает сохранение и наращивание запаса — применительно к хищным рыбам и, в частности, к треске далеко не всегда бесспорна.

В предыдущей многолетней истории регулирования промысла баренцевоморской трески (с начала 1960-х годов) использовался известный ряд таких мер, которые в основном были направлены на охрану молодежи (увеличение ячеи в кутках тралов, повышение минимального промыслового размера, ограничение на прилов маломерной трески, селективные решетки, введение бестраловых зон). Ограничения на объемы общего допустимого улова (ОДУ) и связанное с этим поддержание высокой биомассы нерестового запаса (SSB) вводились по сути также в надежде на рост численности промысловых рекрутов (Yaragina et al., 2011). Основания к этому вполне понятны: высокая SSB обеспечивает высокую популяционную плодовитость, которая при прочих равных условиях инкубации икры, выживания личинок и молодежи дает высоко численное промысловое пополнение. Однако ожидаемые позитивные последствия от увеличения доли SSB в запасах, у трески как хищника, неожиданно обернулись негативной стороной — повышенным потреблением своей молодежи, приводящем к самосокращению запаса.

В этой связи весьма полезным было бы сдерживание роста каннибализма целенаправленной элиминацией основного потребителя промысловых рекрутов — старшевозрастной трески. Такая мера в отношении запаса могла бы заслуженно считаться управленческой, поскольку непосредственно изменяла бы структуру запаса в нужную сторону.

Представляется, что хищнический пресс взрослой трески на собственную молодежь в немалой степени может быть ослаб-

лен увеличением доли нетралового и в том числе донного ярусного промысла, который как и другие пассивные орудия лова в гораздо большей степени, чем тралы, изымают крупную рыбу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пятилетие 2013–2017 гг. отечественным ярусным промыслом в Баренцевом море (при полном отсутствии других нетраловых орудий лова) добывалось в среднем 5,7% от общего российского вылова донных рыб. Этот показатель представляется неоправданно низким не только на фоне норвежского (63%) (включающего помимо ярусных донные сети, снюрреводы, невода, уды), но и в сравнении с аналогичным показателем по российскому дальневосточному промыслу (17,8%).

2. Многолетний (более 70 лет) ретроспективный анализ возрастного состава уловов в разные по интенсивности промысла периоды указывает на то, что снижение F приводит к удлинению возрастного ряда, к накоплению в популяции крупных старшевозрастных рыб. Их повышенная численность сопровождается дефицитом традиционных кормов и переходом на потребление собственной молодежи.

3. Каннибализм трески в условиях чрезмерного накопления нерестового запаса (2,0–2,7 млн. т по 2011–2015 гг.) становится ощутимым негативным фактором, сокращающим численность промысловых рекрутов с последующим снижением промыслового запаса (от 3,6 млн. т в 2015 г. до 2,4 млн. т в 2019 г.).

4. В сложившейся ситуации сокращение ОДУ, как меры регулирования промысла, обычно используемой для восстановления запасов, применительно к треске оказывается неэффективным. Немаловажная причина этого состоит в том, что крупные особи трески гораздо успешнее, чем промысловая молодежь, избегают попадания в трал (Коротков, 1998; Huse et al., 2000). Эта причина вместе с каннибализмом делают бессмысленным

поддержание в популяции баренцевоморской трески SSB более $2B_{ра}$, равных 920 тыс. т (Борисов и др., 2018).

5. Помимо общеизвестных преимуществ ярусного промысла по сравнению с траловым (более высокое товарное качество вылавливаемой рыбы, существенно меньший расход топлива, соответствие экологической безопасности, сокращение приловов молоди, выбросов и др.), яруса ориентированы на отлов относительно крупной рыбы. Эта особенность ярусного промысла может и должна использоваться для фактического управления запасом баренцевоморской трески, корректируя возрастную структуру сокращением доли старшевозрастных особей — основных потребителей собственной молоди.

6. Однако реализация идеи управления запасом баренцевоморской трески посредством целенаправленного повышенного изъятия старшевозрастных групп невозможно при существующей низкой доле ярусного промысла (особенно отечественного) в сравнении с траловым.

7. Необходимость расширения ярусного и других нетраловых способов лова касается прежде всего российского промысла. Изменить ситуацию, по-видимому, можно только принятием административного решения руководством отрасли о расширении масштабов отечественного ярусного промысла на Севере. Надеяться же на инициативу частных судовладельцев с учетом их постоянного стремления не столько к перспективной, сколько к «сиюминутной» выгоде, пока что нет оснований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов Н. П. Треска *Gadus macrocephalus* прикамчатских вод // В кн. Тихоокеанская треска дальневосточных вод России. Под ред. Орлова А. М. М.: ВНИРО, 2013. 320 с.

Бойцов В. Д., Исаев Н. А., Мельянцева Р. В., Руднев В. Г. Промысел в прибрежной зоне Мурмана и пути его совершенствования // Развитие прибрежного

промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докл. Научно-практической конференции. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 35–48.

Борисов В. М. Селекционное влияние промысла на структуру популяций длинно-цикловых рыб // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 6. С. 1010–1019.

Борисов В. М. В Баренцевом море переизбыток трески // Рыбн. хоз-во. 2012. № 4. С. 16–18.

Борисов В. М., Тарантова И. В., Крылова Г. А. О необходимости учета хищничества баренцевоморской трески (*Gadus morhua morhua*) в регулировании ее промысла // Вопр. рыболовства. 2018. Т. 19. № 1. С. 20–33.

Глухов В. М. Орудия лова для прибрежного промысла // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докл. Научно-практической конференции. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 71–78.

Греков А. А. Донный ярусный промысел в Баренцевом море и сопредельных водах. Мурманск: ПИНРО, 2012. 215 с.

Греков А. А., Павленко А. А. Сравнение ярусного и тралового донных видов промысла в Баренцевом море для разработки предложений по устойчивому использованию морских биоресурсов Баренцева моря // Всемирный фонд дикой природы (WWF): Технический отчет WWF. Вып. 4. Мурманск: WWF, 2011. 52 с.

Зиланов В. К., Борисов В. М., Лука Г. И. Рыбное хозяйство Норвегии. М.: ВНИРО, 2017. 296 с.

Кокорин Н. В. Лов рыбы ярусами. М.: ВНИРО, 1994. 421 с.

Коротков В. К. Реакция рыб на трал, технология их лова. Калининград: ЭКБ АО «МАРИНПО», 1998. 397 с.

Криворучко В. М., Озеров Ю. Б., Каспрук В. А. К вопросу об организации прибрежного удебного лова трески в районе Терриберки // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докл. Научно-практической конференции. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 155–157.

- Курлански М. Треска: биография рыбы, изменившей мир. М.: ООО «Издательство Вече», 2017. 352 с.
- Протокол 34-й сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству. Калининград, 2005. 17 с. <http://www.jointfish.com>
- Протокол 36-й сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству. Санкт-Петербург, 2007. 19 с. <http://www.jointfish.com>
- Протокол 38-й сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству. Сочи, 2009. 22 с. <http://www.jointfish.com>
- Протокол 45-й сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству. Астрахань, 2015. 17 с. <http://www.jointfish.com>
- Протокол 46-й сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству. Норвегия, 2016. 23 с. <http://www.jointfish.com>
- Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого морей и Северной Атлантики в 2018 г. ПИНРО. Отв. ред. Е. А. Шамрай. Мурманск: ПИНРО, 2018. 128 с.
- Стасенков В. А. Материалы экспериментального снюрреводного промысла в юго-восточной части Баренцева моря. // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докл. Научно-практической конференции. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 149–154.
- Характеристика состояния запасов промысловых объектов в районах Северной Атлантики, в морях Северного рыбохозяйственного бассейна и прилегающих районах Арктики в 2017 г. и прогноз возможного вылова на 2019 г. Мурманск: ПИНРО, 2018. 357 с.
- Чумаков А. К., Глухов В. М. Ярусный промысел донных рыб в морях Северо-Европейского бассейна. // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докл. Научно-практической конференции. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 79–100.
- Чумаков А. К., Борисов В. М. Перспективы развития ресурсосберегающих технологий на отечественном промысле донных рыб Баренцева моря. Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: Проблемы и перспективы: Тез. докл. Всерос. Науч. конф. (Сочи, 16–17 мая 2012). М.: ВНИРО, WWF России, 2012. С. 25–26.
- Чумаков А. К., Лука Г. И. Перспективы развития ярусного промысла в Баренцевом море. СПб.: Наука, 2014. 334 с.
- Huse I., Løkkeborg S., Soldal A. V. Relative selectivity in trawl, longline and gillnet fisheries for cod and haddock // ICES J. Marine Science, 2000. V. 57. P. 1271–1282.
- Lokkeborg S. Importance of gear parameters catch rates and selectivity. Bergen: IMR, 2010. 22 p.
- Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG) // ICES CM 2015/ACOM:05. 623 p.
- Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG) // ICES CM 2018/ACOM:06. 857 p.
- Yaragina N. A., Asgeir A., Sokolov K. M. 5.4. Cod // The Barents Sea: ecosystem, resources, management: half a century of Russian-Norwegian cooperation / Ed. T. Jakobsen, V. K. Ozhigin. Trondheim Tapir Academic Press, 2011. P. 225–270.

**LONGLINE FISHING IN THE BARENTS SEA AND THE POSSIBILITY OF ITS
USE IN THE COD (*GADUS MORHUA MORHUA*) STOCKS MANAGEMENT**

© 2019 V. M. Borisov, A. K. Chumakov¹, and V. A. Ulchenko

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, 107140

1— «Persey» Co. Ltd, Murmansk, 183038

Based on the data of the industry monitoring system of Rosrybolovstvo, the Ministry of Trade, Industry and Fisheries of Norway, the materials of the ICES Working Group on Arctic Fishing (AFWG) and the protocols of the Joint Russian-Norwegian Fishery Commission (JRNFC), as well as data collected by the scientific observers of VNIRO on longline vessels of the «Persei» Company in 2013–2018, the current state of Russian and Norwegian fishing in the Barents Sea, carried out by bottom fishing gears, especially longline fishing, is analyzed. Since longline fishing is much more focused on large, older fish, it is suggested that this specificity of longline fishing is used to reduce the increased cannibalism in the cod population in recent years. In our opinion, the phenomenon of cannibalism against the relatively favorable hydrological conditions may be the main reason for the observed next reduction in the cod stock. Measures aimed at expanding the scale of longline fishing, especially domestic fishing, which currently accounts for no more than 6%, would moderate the negative impact of cannibalism on cod stocks.

Keywords: cod, longline fishing, predation, stock dynamics, cannibalism, stock management, TAC.

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 597.554.3–169 (262.81)

**ПАЗИТОФАУНА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП КАРПОВЫХ РЫБ
(CYPRINIDAE) СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

© 2019 Е. А. Воронина, А. В. Конькова, В. В. Володина

*Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (КаспНИРХ), Астрахань, 414056
E-mail: Voroninaea7@yandex.ru*

Поступила в редакцию 29.07.2019 г.

Каспийское море имеет большое рыбохозяйственное значение для страны, так как в северной его части формируются запасы ценных промысловых видов рыб, в частности воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) и леща (*Abramis brama orientalis*). Данные паразитологического мониторинга информируют о паразитарной чистоте обследованных рыб и могут быть использованы, как при оценке экологической обстановки водоема, так и при переработке рыбного сырья, ввиду того, что паразиты являются индикаторами окружающей среды. В настоящей работе приведены многолетние данные встречаемости паразитических организмов у воблы и леща (молоди и половозрелых особей) в морском периоде жизни. У половозрелой части популяции карповых рыб качественный состав паразитов был более разнообразен по сравнению с младшими возрастными группами (20 видов у половозрелых рыб против 10 видов у молоди). В целом паразитофауну рыб формировали паразиты эпизоотической и эпидемиологической значимости, в том числе ухудшающие качество и товарную ценность рыбы. Установлено, что паразитарные сообщества воблы и леща проявляли годовую и сезонную изменчивость. Динамика зараженности молоди карповых рыб направлена на аккумуляцию паразитических организмов, а в половозрелой части популяции отмечали тенденцию к снижению экстенсивности инвазии. Ежегодное присутствие и невысокие числовые показатели зараженности паразитами свидетельствуют о сбалансированности паразито-хозяйственных отношений в паразитарной системе карповых рыб, однако наличие возбудителей инвазионных заболеваний указывают на сохранение природных очагов гельминтозов в северной части Каспийского моря.

Ключевые слова: фауна паразитов, вобла, лещ, паразитоносительство, инвазия, Каспийское море.

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море издавна славилось уникальностью видового разнообразия рыб и своей высокой биологической продуктивностью. Особенное рыбохозяйственное значение моря — в северной его части формируются основные запасы ценных промысловых видов рыб. В целом в Волго—Каспийском бассейне промысловое значение имеют рыбы 7 семейств, представленные 33 видами. Большинство из которых относится к семейству карповых, составляющих более 58,0% всех рыб водоема. Северная часть Каспия

и дельта Волги рассматривается как основной нагульный ареал наиболее значимых из карповых рыб — воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) и леща (*Abramis brama orientalis*). В последствиием современного антропогенеза создавалась напряженная экологическая обстановка, неблагоприятно повлиявшая на формирование промысловых запасов и уловов водных биоресурсов (Власенко, Власенко, 2012). Большое значение в поддержании численности поколений ценных промысловых видов рыб имеет период жизни их молоди, который

начинается в речной системе на местах нереста и продолжается во время пребывания молодых особей на основных местах нагула в северной части Каспийского моря, где они обитают до наступления половой зрелости. Плотность концентрации молоди этих рыб в пределах ее нагульного ареала изменяется синхронно в зависимости от их численности, сезона года, гидролого-гидрохимических, токсикологических и трофических условий обитания (Белоголова, 2015).

В свою очередь, на сокращение численности гидробионтов могло сказаться ухудшение их физиологического состояния, вызванное присутствием у рыб паразитических организмов. Популяции паразита и хозяина вступают в определенные отношения, что приводит к их взаимному регулированию и относительному равновесию компонентов паразитарной системы (Кеннеди, 1985). По степени выраженности паразитологического гомеостаза можно судить о потенциальной устойчивости экосистем (Хованский и др., 2014). Однако под действием различных факторов данное равновесие может нарушаться и приводить к всплеску численности и развитию инвазионных заболеваний, некоторые из которых заканчиваются для рыб летальным исходом. Помимо этого, многие паразиты рыб являются опасными, как для здоровья некоторых видов гидробионтов, так и человека, а также служат причиной ухудшения качества и товарной ценности рыбного сырья. Лидерами по совокупности санитарно-значимых паразитов остаются карповые рыбы, в частности вобла и лещ.

В связи с тем, что в настоящее время отсутствуют полноценные данные по качественному и количественному составу паразитофауны карповых рыб на морских нагульных площадях, то целью настоящей работы явилось изучение паразитофауны половозрелых карповых рыб (лещ, воблы) и их молоди на акватории северной части Каспийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для паразитологического обследования стали разновозрастные

группы карповых рыб, подвергнутые анализу ежесезонно. Суммарная выборка рыб по видам составила: лещ — 1062 экз. (315 экз. половозрелых особей и 747 экз. молоди) и воблы — 2051 экз. (277 экз. половозрелых особей и 1774 экз. молоди). Рыбы были выловлены 4, 5, 9 — метровым донным тралом на акватории северной части Каспийского моря во время плановых экспедиционных работ, проводимых ФГБНУ «КаспНИРХ» в период 2013–2018 гг.

Исследование рыб осуществляли методом неполного паразитологического вскрытия в соответствии с общепринятыми методиками (Мусселиус и др. 1983; Быховская-Павловская, 1985; Методы санитарно-паразитологической экспертизы..., 2001). Видовую идентификацию выявленных гельминтов проводили с использованием стереоскопических микроскопов МБС-10 и биологических микроскопов «Олимпус», а также с помощью «Определителя паразитов пресноводных рыб СССР» (Быховская-Павловская и др., 1962) и «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (под ред. Бауера, 1987).

При паразитологических исследованиях учитывали общепринятые показатели: Экстенсивность инвазии (ЭИ) или встречаемость — количество зараженных рыб одного вида в процентах от числа исследованных особей этого вида. Интенсивность инвазии (ИИ) или зараженность — минимальное и максимальное количество паразитов (одного вида) на одну рыбу. Индекс обилия (ИО) — среднее число паразитов (одного вида), приходившееся на одну обследованную особь каждого конкретного вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Паразитофауна сеголеток, годовиков и двухлеток воблы и леща в исследуемый период включала 10 видов, относящихся к 7 классам с различной степенью зараженности и локализацией: класс Muxosporea — *Muxobolus* sp.; класс Monogenea — *Dactylogyru* sp.; класс Trematoda: *Apophallus muehlingi*,

Diplostomum spathaceum, *Posthodiplostomum cuticola*, *Paracoenogonimus ovatus*; класс Cestoda — молодые не идентифицированные личинки сем. Ligulidae; класс Nematoda — *Anisakis schupakovi*; класс Hirudinea — *Piscicola geometra*; класс Bivalvia — *Unio* sp. (табл. 1). При этом годовики карповых рыб характеризовались большим видовым разнообразием паразитов, чем сеголетки и двухлетки. Большинство выявленных паразитов имели высокий эпизоотический и эпидемиологический потенциал.

Доминирующее положение (по численности и видовому составу) среди выявленных систематических групп паразитов

у младших возрастных групп воблы и леща занимали метацеркарии трематод с высокой степенью заражения рыб в течение всего периода исследования (Конькова и др., 2018). В 2018 г. годовики леща отмечали наибольшие показатели зараженности *P. cuticola* и *A. muehlingi* (ЭИ — 9,16 и 4,21%, ИИ — 1–5 и 3–21 экз., ИО — 0,28 и 0,20 экз., соответственно видам паразитов), локализовавшихся на плавниках, кожных покровах и мышечной ткани. Численность и уровень инвазии указанных трематод в паразитофауне молоди возрастали не только в одно-возрастных группах по годам (например, указанные показатели *P. cuticola* в 2017–

Таблица 1. Паразитофауна молоди (сеголетков (0+), годовиков (1), двухлетков (1+)) карповых рыб в северной части Каспийского моря

Класс и вид паразита	Локализация	Вобла			Лещ		
		0+	1	1+	0+	1	1+
Мухоспоридия							
<i>Muxobolus</i> sp.	жабры, почки	-	-	-	-	+	-
Моногенея							
<i>Dactylogyrus</i> sp.	жабры	+	+	-	-	+	-
Cestoda							
сем. Ligulidae (м.ф.) *, plc	полость тела	-	-	-	+	+	-
Trematoda							
<i>Aporhalls muehlingi</i> , larva	кожные покровы, плавники, мышечная ткань	-	+	+	+	+	-
<i>Diplostomum spathaceum</i> , larva	хрусталик, стекловидное тело	-	-	-	-	+	
<i>Posthodiplostomum cuticola</i> , larva	плавники, кожные покровы, мышечная ткань	+	+	+	+	+	+
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> , larva	плавники, мышечная ткань	+	+	-	+	+	-
Nematoda							
<i>Anisakis schupakovi</i> , larva	полость тела	+	+	+	+	+	-
Hirudinea							
<i>Piscicola geometra</i>	кожные покровы, плавники	-	+	-	-	+	-
Bivalvia							
<i>Unio</i> sp.	жабры	+	+	-	+	-	-

Примечание. * — молодые формы ремнецов сем. Ligulidae

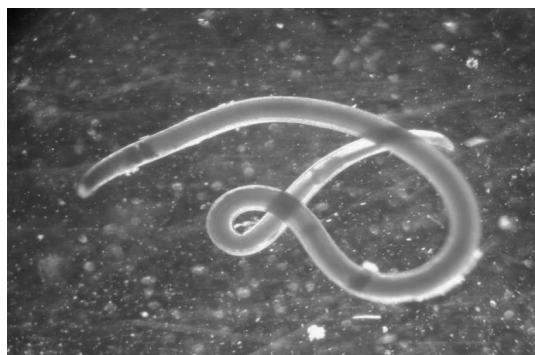
2018 г. у годовиков выросли в 3,5 раза, так у леща по ЭИ — с 9,16 до 33,1%, по ИО — с 0,20 до 0,70 экз.), но и по мере роста рыб от сеголеток к годовикам (по ЭИ — с 2,45 до 33,1%, по ИО — с 0,02 до 0,70 экз.). Кроме того, отмечена смешанная инвазия трематод обоими видами. Необходимо уточнить, что трематоды *P. cuticola* и *A. muehlingi* имеют эпизоотическое значение в виду того, что при высоких уровнях заражения, они могут вызывать заболевания — постодиплостомоз и апафаллеза. Эти заболевания наблюдаются у ранней молоди воблы и леща (Бисерова, 2005). В местах паразитирования метацеркарий образуются крупные и мелкие пигментные пятна черного цвета. Помимо этого, дигенетический сосальщик *A. muehlingi* также имеет санитарно-эпидемиологический статус, так как входит в группу потенциально опасных для человека паразитов.

Метацеркарии *P. ovatus* были отмечены в мускулатуре обследованных рыб только в 2017 г. Они спорадически заражали сеголеток леща и воблы (ЭИ — 9,09 и 17,00%), а также годовиков леща и воблы (15,30 и 18,00%). Помимо указанных трематод в хрусталиках и стекловидном теле молоди также были отмечены личинки *D. spathaceum*, численность которых была единичной. Эти гельминты опасность для рыбы во время исследований не представляли.

Нематоды были представлены только одним видом — *A. schupakovi*, относящимся к санитарно-значимым паразитам. Гельминты с единичной интенсивностью инвазии были выявлены у годовиков и сеголетков леща, а также у сеголеток, годовиков, двухлетков воблы (рис. 1). Как и в случае с трематодами, доля рыб, инвазированная личинками круглых червей была выше в группе



а



б



в



г

Рис. 1. Нематода *A. schupakovi* у молоди карповых рыб северной части Каспия: локализация паразита в брюшной полости сеголетка леща и отдельно изолированный гельминт (ув. 28 раз) (а, б); расположение нематоды на внутренних органах воблы и отдельно изолированный гельминт (ув. 28 раз) (в, г).

годовиков леща (в 2018 г. ЭИ составила 0,99%).

При этом следует отметить, что с возрастом степень поражения рыб данным видом нематоды возрастает. Так, в 2018 г. у двухлеток воблы по сравнению с сеголетками доля зараженных особей была выше в 3,4 раза (0,19% у сеголетков против 0,65% у двухлетков), что связано с нагулом рыб второго года жизни в морской зоне и, соответственно, повышением вероятности контакта паразита морского комплекса с хозяином второго порядка (рыбой). На это также указывает обстоятельство, что интенсивность инвазии рыб поколения 2018 г. была единичной, в отличие от двухлетков, у которых зараженность составляла 2 экз./особь.

В брюшной полости были выявлены плероцеркоиды цестод сем. Ligulidae, которых не идентифицировали до вида в связи с несформировавшейся половой системой, особенности строения которой являются систематическим признаком вида. Молодые цестоды имели небольшую длину (не превышающую 4,5 см) и массу (не превышающую 0,0018 г). Но даже на этой стадии лигулиды проявляли клинические признаки заболевания (сдавливали кишечник рыб). Ремнецами были заражены годовики (ЭИ — 0,99%) в 2017 г. и сеголетки (ЭИ — 1,49%) в 2018 г. с единичной интенсивностью инвазии. Из всех выявленных паразитов только цестоды указанного семейства вызывали заболевание у обследованной молодежи.

Наряду с отмеченными выше гельминтами в паразитофауне младших возрастных групп единично были зарегистрированы микроспоридии *Myxobolus* sp., моногенеи *Dactylogyrus* sp., и пиявки *P. geometra*, численность и характер локализации которых не оказывали на развивающихся особей карповых рыб патологического влияния.

В целом наличие в организме сеголетков, годовиков, двухлетков воблы и леща большинства указанных выше гельминтов не провоцировало развития паразитозов, отношения в системе паразит—хозяин вы-

страивались на уровне бессимптомного паразитоносительства. Исключение составили плероцеркоиды сем. Ligulidae, вызывавшие развитие инвазионного заболевания у молодежи леща.

Фауна паразитов половозрелой части популяции леща и воблы в Северном Каспии отличалась от молодежи большим видовым разнообразием и была представлена 20 видами паразитических организмов различных систематических групп: класс Mxosporaea (а, б) — *Myxobolus* sp.; класс Monogenea — *Dactylogyrus* sp., *Diplozoon paradoxum*, *Gyrodactylus* sp.; класс Trematoda: *Apophallus muehlingi*, *Tylodelphys clavata*, *Diplostomum spathaceum*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Hysteromorpha triloba*, *Bolboforus confuses*, *Opisthorchis felineus*; класс Cestoda — *Caryophyllaeus laticeps*, *Ligula intestinalis*; класс Nematoda — *Anisakis schupakovi*, *Contracaecum* sp., *Eustrongylides excisus*, *Philometra ovate*, класс Bivalvia — *Unio* sp.; класс Crustacea — *Ergasilus* sp. При этом количество паразитов воблы и леща одинаковое, 68,50% видов паразитов были общими для воблы и леща, что указывает на совместный нагульный ареал этих рыб (табл. 2).

Эпизоотически значимыми являлись моногенеи, ракообразные, трематоды (*T. clavata*, *D. spathaceum*, *P. cuticola*), цестоды, нематоды (*E. excisus*, *P. ovate*). К эпидемиологически значимым относились трематоды (*A. muehlingi*, *O. felineus*) и нематоды (*A. schupakovi*, *Contracaecum* sp.). Кроме этой группы паразитов в их состав входили паразиты, ухудшающие товарный вид рыбы (*P. ovatus*, *Myxobolus* sp. и *H. triloba*). При высокой численности они оказывают негативное влияние на качество рыбного сырья, так как нарушают функцию кровообращения, ухудшают биохимические показатели мышечной ткани, то есть изменяют санитарно — гигиенические показатели рыбной продукции (Сапожников и др., 2003; Ларцева, Проскурина, 2003).

Наибольшей экстенсивностью инвазии характеризовались моногенеи *Dactylo-*

Таблица 2. Качественный состав паразитофауны половозрелой части популяции воблы и леща в морской зоне

Класс и вид паразита	Локализация	Вобла	Лещ
Мухосporidia			
<i>Mухobolus</i> sp.	жабры, мышцы	+	+
Monogenea			
<i>Dactylogyrus</i> sp.	жабры	+	+
<i>Diplozoon paradoxum</i>	жабры	+	+
<i>Cyrodactylus</i> sp.	жабры	+	+
Cestoda			
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	кишечник	-	+
<i>Ligula intestinalis</i> , plc	полость тела	-	+
Trematoda			
<i>Apophallus muehlingi</i> . larva	кожные покровы, плавники, мышечная ткань	+	+
<i>Tylodelphys clavata</i> , larva	хрусталик	+	+
<i>Diplostomum spathaceum</i> , larva	хрусталик, стекловидное тело	+	+
<i>Posthodiplostomum cuticola</i> , larva	плавники, жабры, кожные покровы, мышечная ткань	+	+
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> , larva	плавники, мышцы	+	+
<i>Hysteromorpha triloba</i> , larva	мышечная ткань	+	+
<i>Bolboforus confuses</i> , larva	мышечная ткань	-	+
<i>Opisthorchis felineus</i> , larva	мышечная ткань	+	-
Nematoda			
<i>Anisakis schupakovi</i> , larva	полость тела	+	+
<i>Contracaecum</i> sp., larva	серозные оболочки органов	+	+
<i>Eustrongylides excisus</i> , larva	полость тела	+	+
<i>Philometra ovate</i>	полость тела	-	+
Bivalvia			
<i>Unio</i> sp.	жабры	+	-
Crustacea			
<i>Ergasilus</i> sp.	жабры	+	-

gyrus sp., составив в 2013 г. у воблы — 61,10%; леща — 58,80% половозрелых. В последние два года исследования (2017 и 2018 гг.) встречаемость моногеней снизилась (до 27,70 и 20,0% у воблы, до 14,30 и 8,60% у леща, соответственно по годам).

Подобная тенденция наблюдается и у трематоды *P. cuticola*. Максимальная степень инвазии зарегистрирована в 2013 г. у воблы (33,33%), в 2016 г. у леща (44,40%). Экстенсивность инвазии метациккариями в 2017 и 2018 гг. уменьшилась

(до 15,38–12,80% у воблы и 25,97–8,57% у леща, соответственно по годам). Выявленные различия метацеркарий связаны с долей инвазированных моллюсков в питании карповых рыб.

Цестоды: *S. laticeps* и *L. intestinalis* были диагностированы в среднем у 9,0% и 11,7% леща, в последнем случае только в 2013 г. при единичной интенсивности инвазии. Патологии кишечника при паразитировании *S. laticeps* не выявлено. При поражении леща цестодой *L. intestinalis* наблюдали сдавливание внутренних органов и истончение стенки кишечника.

В 2018 г. наблюдали рост экстенсивности инвазии споровиками воблы и моногенетическими сосальщиками *D. paradoxum* леща, что обусловлено концентрацией основного косяка рыб в местах вероятного контакта с паразитом. Максимальную зараженность микроспоридиями (112 экз./рыбу) и моногенеями (от 14 до 22 экз./рыбу) отмечали у воблы весной. Кроме того, зараженность леща круглыми червями сем. *Diostophymidae* снизилась, а воблы, напротив, возросла, что обусловлено продолжительным периодом паразитирования нематод в рыбе и разным количеством олигохет (промежуточных хозяев нематод) в питании рыб. Высокая степень инвазии вышеперечисленными паразитами способ-

ствует возникновению заболеваний карповых рыб, вследствие ослабления общей резистентности организма.

Наиболее распространенными среди гельминтов, имеющих эпидемиологическое значение в половозрелой части популяции карповых рыб были личиночные формы *A. schupakovi*. Высокая экстенсивность инвазии личинками отмечена в 2013 г. у 72,2% воблы и в 2014 г. у 42,3% леща, которые локализовались на жировой прослойке внутренних органов. В 2017 г. доминировали гетерофииды *A. muehlingi*, поражавшие преимущественно плавники рыб, в большей степени леща (20,8%), чем воблы (9,2%). В 2018 г. произошло снижение уровня инвазии трематодами *A. muehlingi* и нематодами сем. *Anisakidae* (рис. 2). Это свидетельствует о низком пополнении гельминтами паразитарной составляющей воблы и леща в вегетативный период. Заражение этими паразитами происходит по трофическим цепям, то есть через беспозвоночных, в зависимости от пищевых приоритетов рыб и доступных высоко инвазированных кормовых объектов изменяется и частота встречаемости зараженных особей.

В межгодовом аспекте максимальная степень заражения трематод сем. *Heterophyidae* (*A. muehlingi*) и нема-

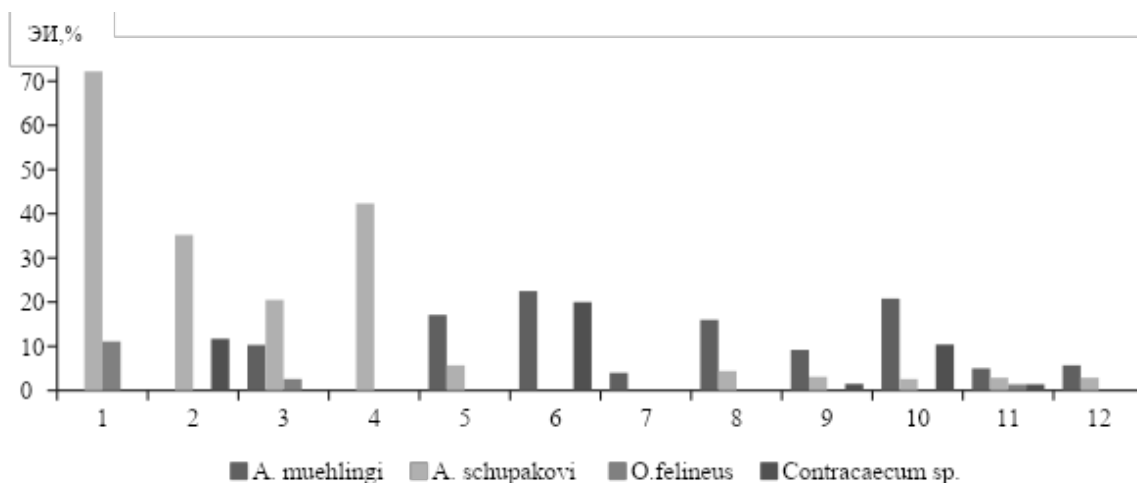


Рис. 2. Многолетняя динамика зараженности карповых рыб потенциально опасными гельминтами.

тод *Contracaecum* sp. зарегистрирована в 2015 г. Вероятно низкий уровень водности и высокий теплозапас воды, сформировавшийся в этот период, сократили площадь расселения инвазионного начала и ускорили вероятность его контакта с очередным хозяином. Постоянное присутствие *Contracaecum* sp. у леща указывает на гостальную приуроченность этих нематод к бентофагам.

Наиболее массовыми гельминтами в трематодофауне половозрелых карповых рыб стали мышечные трематоды *P. ovatus*, инвазировавшие практически в равных долях леща и воблу (в среднем 55,3 и 57,3%) при средней интенсивности инвазии 51,38 и 37,85 экз./рыбу, соответственно. При этом максимальный уровень заражения был отмечен также в 2015 г. (68,6%).

Заражение остальными видами паразитов было незначительным. На фоне широкого разнообразия паразитофауны ни один из паразитических видов не стал причиной ежегодного развития выраженных патологических процессов в организмах половозрелых особей леща и воблы, за исключением цестоды *L. intestinalis*.

В инфрапопуляциях паразитов карповых рыб, кроме годовой динамики прослеживалась сезонная изменчивость. Интенсивность инвазии эктопаразитов и нематод от весны к осени снижалась, численность трематод варьировала в широких пределах, что связано с паводковым и термическим режимом водоема, регулирующих циклы развития паразитов, а также биологическими особенностями хозяев разных систематических групп. Однако на протяжении всего периода исследования увеличение частоты встречаемости инвазированных особей воблы и леща от весны к осени установлено только метасцеркариями *P. ovatus*.

Таким образом, результаты паразитологического обследования показали, что паразитофауна молоди карповых рыб отличалась от половозрелых особей наименьшим числом поликсенных видов и отражала особенности трофических связей,

биологии паразитов и их хозяев. Качественный состав паразитов половозрелой части популяции карповых рыб характеризовался богатым видовым разнообразием (20 видов у половозрелых рыб против 10 видов у молоди) с прямым и сложным циклами развития, высокой превалентностью эпизоотически и эпидемиологически значимых паразитов при бессимптомном мультипаразитировании с тенденцией снижения уровня инвазии. Отмечена сезонная и годовая динамика паразитарной инвазии. Максимальные показатели зарегистрированы в первые годы исследования (2013–2015 гг.).

За шестилетний период исследований спектр эпидемиологически значимой составляющей компонентных паразитарных сообществ не претерпел существенных изменений и объединил пять видов гельминтов (*E. excisus*, *A. schupakovi*, *A. muehlingi*, *O. felineus*, *Contracaecum* sp.). Только личиночные формы нематоды *A. schupakovi* и трематоды *A. muehlingi* присутствовали в паразитофауне всех обследованных видов рыб, как у молоди, так и взрослых особей, что свидетельствует о широкой территориальности этих гельминтов. Постоянное присутствие вышеперечисленных паразитов у разных хозяев свидетельствует о функционировании природных очагов апофаллеза, анизакидоза, эустронгилидоза, описторхоза, контрацекумоза и сохранении всех механизмов передачи возбудителей в морской экосистеме. Различие гидродинамических процессов и интенсивности инвазии обуславливают не только разные уровни заражения рыб по годам, но и создают предпосылки для усиления или ослабления эпидемиологического потенциала в определенные временные периоды. Высокая степень зараженности всеми выявленными паразитами приводит к истощению рыбы, изменяя биохимические и физиологические показатели, портит их товарный вид, а в некоторых случаях становится не безопасной для потребителей, поэтому требует соблюдения

всех правил по обеззараживанию рыбного сырья.

В целом паразитарное состояние разновозрастных групп карповых рыб представлено широким спектром эпизоотически — и санитарно — значимых видов паразитов, способных снижать качество и товарную ценность рыбного сырья, и является резервуаром природных очагов паразитозов в северной части Каспийского моря.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность младшему научному сотруднику Терпуговой Н. Ю. за помощь в обработке паразитологического материала в 2016—2018 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белоголова Л.А. Численность и распределение молоди воблы (*Rutilus rutilus caspicus*), леща (*Abramis brama orientalis*) и судака (*Stizostedion lucioperca*) в районе объектов обустройства месторождения им. В. Филановского и трассы нефтегазопровода в 2014 г. // Рыбохозяйственные исследования в Каспийском море в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Сб. научных трудов. Астрахань: КаспНИРХ, 2015. С. 29—33.

Бисерова Л.И. Трематоды *Aporphallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* — паразиты рыб дельты Волги (особенности экологии и ихтиопаразитозы, ими вызываемые): Автореф. дис. канд. Биол. наук. Москва: Институт паразитологии РАН, 2005. 25 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л., 1985. 121 с.

Быховская-Павловская И.Е., Гусев А.В., Дубинина М.Н., Изюмова Н.А. и др. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР. Москва—Ленинград: Изд-во Академии наук СССР, 1962. 776 с.

Власенко А.Д., Власенко С.А. Современное состояние и основные про-

блемы восстановления рыбных ресурсов Волго—Каспийского бассейна // Вопр. рыболовства. 2012. Т. 13. № 4 (52). С. 719—736.

Кеннеди К.Р. Популяционная биология паразитов: современное состояние и перспективы // Паразитология. 1985. Т. XIX. № 5. С. 347—356.

Конькова А.В., Иванов В.П., Федорова Н.Н., Чепурная А.Г. Паразитофауна и болезни молоди леща и воблы дельты Волги и северной части Каспийского моря: монография. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2018. 210 с.

Ларцева Л.В., Проскурина В.В. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века: монография. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. 80 с.

Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. и др. Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 296 с.

Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: Методические указания (МУК 3.2.988—00). М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. 69 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные — (под ред. О.Н. Бауера). Л.: Наука, 1987. 583 с.

Сапожников Г.И., Кушалиева А.Д., Емельянова Е.А. Параценогонимоз рыб: ветеринарно-санитарная экспертиза // Тез. докл. Всерос. науч. практич. конф.: Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. М.: Россельхозакадемия, 2003. 150 с.

Хованский И.Е., Млынар Е.В., Кавтарадзе Т.М., Кошкин М.А. Паразитологические индикаторы экологических условий обитания рыб. Биологические науки. Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 345—348.

PARASITOFAUNA OF VARIOUS AGE GROUPS OF CARP FISHES (CYPRINIDAE) OF THE NORTHERN PART OF THE CASPIAN SEA

© 2019 E. A. Voronina, A. V. Konkova, V. V. Volodina

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography

The Caspian Sea is of great fishery importance for the country, as in the northern part of it there are reserves of valuable commercial fish species, in particular, roach (*Rutilus rutilus caspicus*) and bream (*Abramis brama orientalis*). It should be noted that the data of parasitological monitoring inform about the parasitic purity of the examined fish and can be used in assessing the ecological situation of the reservoir due to the fact that the parasites are environmental indicators. This paper presents long-term data on the occurrence of parasitic organisms in roach and bream (juveniles and mature individuals) in the marine period of life. In the sexually mature part of the carp fish, the qualitative composition of parasites was more varied compared with the younger age groups (20 species in mature fish versus 10 species in juvenile). In general, the parasitic fauna of fish was formed by parasites with a high epizootic and epidemiological potential, as well as worsening the quality and presentation of fish. It was established that parasitic communities of roach and bream showed annual and seasonal variability. The dynamics of infection of juvenile carp fish is aimed at the accumulation of parasitic organisms, and of its mature part of the population — at reducing the extensiveness of the invasion. The annual presence and low numerical indices of infestation of parasites indicate a balance of parasite — host relations in the parasitic system of carp fish, but the presence of potential pathogens of invasive diseases indicate the preservation of natural foci of helminth infections in the northern part of the Caspian Sea.

Key words: parasite fauna, roach, bream, parasitic carrier, invasion, Caspian Sea.

**ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЗИАТСКОЙ КОРЮШКИ *OSMERUS DENTEX*
ТАУЙСКОЙ ГУБЫ (СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ ОХОТСКОГО МОРЯ) В 1983 И 2015 ГГ.
В РЕЗУЛЬТАТЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

© 2018 г. М.В. Ракитина¹, А.А. Смирнов^{1,2,3}

¹ Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), Магадан, 685000

² Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), Магадан, 685000;

³ Марийский государственный университет (МарГУ), Йошкар-Ола, 424000
E-mail: kirm@magadanniro.ru

Поступила в редакцию 23.03.2018 г.

В статье проведено сравнение возрастной, размерно-весовой, половой структуры и внешней морфологии азиатской зубастой корюшки *Osmerus dentex* Тауйской губы по данным 1983 и 2015 гг. Показано, что в современных условиях, при прекращении поступления в нерестовый водоем минеральных удобрений, произошли изменения возрастной и половой структуры популяции: наступило омоложение нерестовой части популяции. Изменения морфометрических признаков остались в пределах вариации конспецифических признаков вида.

Ключевые слова: корюшка азиатская зубастая *Osmerus dentex*, Тауйская губа (северная часть Охотского моря), возраст, масса тела, длина тела, морфометрические признаки.

ВВЕДЕНИЕ

Азиатская зубастая корюшка в Тауйской губе (северная часть Охотского моря) — обычный, широко распространенный вид, который в уловах при береговом способе лова (ставные и закидные невода, ставные сети) присутствует круглогодично. Наиболее плотные скопления эта рыба образует в преднерестовый период (май) в Тауйском лимане, в зимний нагульный период — в бухтах Нагаева, Гертнера и Мелководная (Черешнев, Попов, 1987; Черешнев и др., 2002). В настоящее время корюшка в Тауйской губе активно облавливается зимой рыбаками-любителями учебными снастями (Ракитина, Смирнов, 2017). Ежегодный ее вылов оценивается в 80–100 т.

В 1960–1970-х годах корюшка играла довольно существенную роль в экономике рыбодобывающих предприятий г. Магадана. По устным сообщениям ветеранов колхоза

«Рассвет» (с. Тауйск)) ее вылов в р. Тауй во время нерестового хода в среднем составлял не менее 200 т, а в отдельные годы достигал 450–600 т. В этот период популяция азиатской зубастой корюшки, нерестящейся в р. Тауй, испытывала дополнительную нагрузку за счет загрязнения минеральными удобрениями сточных вод с сельскохозяйственных угодий в период нереста и инкубации икры. Как известно (Ракитина, 2001), нерестилища корюшки располагаются в нижнем течении р. Тауй, пойма которой представляла собой распаханную и интенсивно эксплуатируемые сельскохозяйственные угодья, куда ежегодно вносились в основном азотные и фосфорные удобрения, которые с тальми водами попадали в русло реки и районы нерестилищ корюшки.

Помимо возможного влияния сельскохозяйственного загрязнения, интенсивный промысел корюшки 1970-х годов также

в значительной степени повлиял на снижение ее запасов. Это привело к тому, что с 1979 г. в бассейне Тауйской губы введен запрет на промышленный лов данного вида. В настоящее время лов корюшки всеми орудиями лова, за исключением удебного в целях спортивно-любительского рыболовства, запрещен.

По характеру нереста, в отличие от сахалинской и амурской корюшек, являющихся литофилами, азиатская корюшка Тауйской губы, как и обская (Амстиславский, 1959; Венглинский и др., 1967) является типичным фитофилом. Основные нерестилища представляют собой затопленные весенним паводком лесные дороги. На этих участках замедленное течение, что дает возможность для прогрева воды и создания благоприятных условий для инкубации икры. Икра откладывается на затопленную растительность. (Ракитина, 2001). Инкубация икры длится 2,5–3 недели при температуре воды 12–14°C. Личинки пассивно скатываются в лиман, имея остаточный желточный мешок, где начинают питаться после адаптации к морской воде.

Как известно (Лукьяненко, 1967), азотные удобрения с поверхностными и внутрипочвенными стоками в значительных количествах попадают в рыбохозяйственные водоемы и являются мощным фактором, оказывающим негативное влияние на гидробионтов. Внесение тонны минеральных удобрений на 1 га поля означает повышение их концентрации до 300 мг/л почвенного раствора в 20 сантиметровом слое почвы, при этом с поверхностными стоками уносится до 13% удобрений, вносимых на поля (Tilak, Lakshmi, Susa, 2002).

Известно (Лукьяненко, 1967), что эмбрионы рыб имеют высокую устойчивость к аммиаку, но на 3–4 день у таких личинок выявляется большое количество уродств. При переходе на внешнее питание личинок, подвергшихся воздействию аммиака, отмечается 100%-ная их гибель. Особенно чувствительна к соединениям азота икра рыб (Метелев и др., 1971).

В работе И. А. Черешнева и С. А. Попова (1987) впервые приведены результаты изучения различных аспектов биологии азиатской корюшки Тауйской губы: возрастной, размерно-весовой, половой структуры и морфологии. Сбор материалов осуществлялся в 1981–1984 гг. По итогам этих исследований величина запаса корюшки оценивалась в Тауйской губе в объеме 500 т. По нашим оценкам, в 2015 г. биомасса рыб составляла не более 350–400 т. Таким образом, оценки запаса рыб разных лет, вероятно, могут указывать на некоторое снижение обилия корюшки. Также необходимо отметить, что в начале 2000-х гг., в силу сложившихся экономических условий, сельскохозяйственное значение поймы р. Тауй было утрачено, вследствие чего поступление минеральных удобрений на поля, а следовательно, и в реку в период половодья прекратилось.

Цель настоящей работы — сравнить современное состояние биологических и морфологических признаков популяции азиатской зубастой корюшки Тауйской губы по данным 1983 и 2015 гг. в условиях изменений антропогенного влияния.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2015 г. сбор биологического материала проводился, как и в 1983 г., во время нерестового хода корюшки в эстуарии и нижнем течении р. Тауй в мае-июне, лов осуществлялся мелкочейстым закидным неводом. Выборка рыб для проведения морфометрического анализа произведена из улова в середине нерестового хода.

Всего в 2015 г. исследовано 530 экз. рыб, в том числе методами морфометрического анализа 139 экз. Измерение рыб и оценка морфометрических признаков проводили по схеме анализа корюшковых (Правдин, 1966). Для корректности сравнения (Черешнев, Попов, 1987) измерения длины и массы тела, а также подсчет числа икринок, проведены на свежих рыбах, морфометрические измерения проводились на фиксированных 4% раствором формалина экземплярах.

Длина тела рыб везде указана как длина по Смитту (АС). Все пластические признаки измерены с точностью до 0,1 мм, все меристические признаки — в штуках.

Поскольку наиболее полный материал по биологии азиатской зубастой корюшки (в том числе морфометрический анализ) был собран в 1983 г. (1000 экз.), для сравнения основных показателей выбран именно этот год без учета фрагментарных данных 1981 г. (60 экз.), 1982 г. (240 экз.) и 1984 г. (90 экз.).

По аналогии со статьей И.А. Черешнева и С.А. Попова (1987) в работе использовались 23 пластических и 5 меристических признаков, по которым приняты следующие обозначения: длина тела по Смитту (АС), длина головы (ao), длины рыла (an), диаметр глаза (np), заглазничное расстояние (po), высота головы у затылка (lm), ширина лба (io), длина верхнечелюстной кости (aa_1), ширина верхнечелюстной кости (nm_1), длина нижней челюсти (k_1), наибольшая высота тела (qh), пектоцентрального расстояние (vz), наименьшая высота тела (ik), антедорсальное расстояние (aq), антевентральное расстояние (az), постдорсальное расстояние (rd), длина хвостового стебля (fd), длина основания спинного плавника (qs), наибольшая высота спинного плавника (tu), длина грудного плавника (vx), наибольшая высота анального плавника (ej), длина основания анального плавника (yu_1), длина брюшного плавника (zz_1), число прободенных чешуй в боковой линии (ll), число лучей в спинном плавнике (D), число лучей в анальном плавнике (A), число лучей в хвостовом плавнике (C), чис-

ло тычинок на первой жаберной дуге ($sp. br.$), жаберных лучей слева и справа ($r. br. l.$, $r. br. n.$), количество позвонков ($vert$), число пилорических придатков (Pc), число поперечных рядов чешуй на туловище (sqi).

При обработке материала, как и в работе И.А. Черешнева и С.А. Попова (1987), использовался стандартный анализ ($M \pm m$); при сравнении выборок — критерий достоверности разности t_d (Плохинский, 1970). Определение изменчивости показателей морфометрических признаков проведено путем анализа коэффициента вариации CV (Лакин, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 1983 г. в уловах азиатской зубастой корюшки встречались особи в возрасте от 3 до 8 полных лет с преобладанием возрастной группы 4 полных лет (81,9%). Средний возраст рыб 4,3 года. Длина рыб в уловах варьировала от 15,5 до 33,5 см (в среднем 23,6 см), масса — от 33 до 342 г (среднее 138,8 г). Доля самок составляла 54% (таблицы 1 и 2).

В 2015 г. в уловах азиатской зубастой корюшки встречались особи в возрасте от 2 до 7 полных лет с преобладанием возрастных групп 3–4 полных лет (75,4%). Длина рыб варьировала от 15,4 до 28,5 см (в среднем 21,9 см), масса — от 29 до 198 г (среднее 86,1 г). Доля самок составила 63% (таблицы 1 и 2).

По сравнению с данными 1983 г., в 2015 г. произошли следующие изменения:

- наблюдается омоложение нерестовой части популяции: средний возраст снизился с 4,5

Таблица 1. Возрастной состав азиатской корюшки Тауйской губы из уловов закидного невода в мае—июне

Год	Возрастные группы (полных лет), %							n, экз.
	2	3	4	5	6	7	8	
1983	-	0,3	81,9	10,9	4,5	1,9	0,5	1000
2015	1,7	24,5	50,9	20,8	1,7	0,4	-	530

Таблица 2. Средние биологические показатели азиатской корюшки Тауйской губы

Год	Соотношение полов, %		Возраст, лет	Длина тела, см	Масса тела, г	Индивидуальная плодовитость, шт. икр.	n, экз.
	самцы	самки					
1983	54	46	4,3	23,6	138,8	37165	1000
2015	63	37	3,9	21,9	86,1	39729	530

до 3,9 лет, с 81,9 до 50,9% снизилась доля рыб модальной возрастной группы 4 полных лет;

- возросла доля самцов в нерестовой части популяции: с 54 до 63%;
- с 23,6 до 21,9 см снизилась средняя длина, с 138,8 до 86,1 г — средняя масса рыб.

Увеличение показателя индивидуальной плодовитости произошло за счет незначительного увеличения доли самок старших возрастных групп.

Линейный и весовой рост азиатской корюшки Тауйской губы по наблюдаемым данным представлены в таблице 3.

При сопоставлении наших данных с материалами 1983 г. произошли некоторые изменения в темпе роста особей тауйской корюшки. В настоящее время корюшка в младших возрастных группах растет быстрее. Некоторые особи (в среднем до 3% от численности нерестового стада) достигают половой зрелости в возрасте 2 года. В возрасте 4 года темп линейного и весового роста несколько снижается. У рыб стар-

ших возрастных групп разницы в темпах роста не наблюдается. Вероятнее всего, такие изменения связаны с улучшением состояния кормовой базы для рыб младших возрастных групп (до 2–3 полных лет). Известно (Чуриков, 1976; Василец, Максименков, 1998), что в первые годы жизни корюшка является зоопланктофагом, а в дальнейшем — хищником.

Произошедшие изменения связываются нами с улучшением гидрохимического режима в районах нерестилищ в период инкубации икры, что привело к повышению выживаемости личинок.

Антропогенное влияние (в нашем случае загрязнение минеральными удобрениями) в первую очередь отражается на биологических параметрах популяции. Однако в случае длительного воздействия на популяцию меняются значения и характер распределения большинства морфологических признаков, нарушается нормальность распределения, возрастная асимметрия, внутривидовое разнообразие (Савваитова и др., 1989).

Таблица 3. Линейный (см) и весовой (г) рост азиатской корюшки Тауйской губы (наблюденные данные, средние значения) в 1983 и 2015 гг.

Возраст	1983 г. (n=1000 экз.)		2015 г. (n=530 экз.)	
	Линейный рост, см	Весовой рост, г	Линейный рост, см	Весовой рост, г
2	-	-	15,6	31,3
3	16,5	36,6	18,0	52,6
4	20,2	71,4	20,5	81,9
5	23,2	109,5	23,1	107,9
6	26,6	173,3	25,5	128,8
7	28,6	230,8	28,5	180,0

ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Таблица 4. Пластические (% АС) и меристические признаки азиатской корюшки Тауйской губы

Признаки	р. Тауй, 1983 г. (n=65 экз.)				р. Тауй, 2015 г. (n=139 экз.)			
	lim	\bar{x}	m	σ	lim	\bar{x}	m	σ
Пластические признаки								
АС	188–239	206,8			163,4–247,2	211,9		
ао	20,9–22,5	21,7	0,08	0,39	21,6–23,7	22,8	0,07	0,41
в % от длины головы								
ап	5,8–7,4	6,7	0,06	0,31	6,6–8,4	7,4	0,07	0,41
пр	3,5–4,2	3,8	0,04	0,19	3,9–5,0	4,5	0,05	0,23
ро	10,7–12,0	11,3	0,06	0,32	7,7–12,2	11,6	0,12	0,74
lm	10,6–12,2	11,2	0,09	0,44	7,1–13,3	11,9	0,17	0,99
io	5,3–6,3	5,8	0,05	0,26	4,7–9,6	5,5	0,14	0,81
aa ₁	10,4–11,5	10,8	0,06	0,31	10,3–11,9	11,1	0,06	0,37
nm ₁	1,5–1,9	1,7	0,02	0,10	1,6–2,1	1,8	0,02	0,11
k ₁	12,8–13,9	13,3	0,07	0,35	12,6–17,2	13,6	0,11	0,70
в % от длины тела по Смитту								
qh	15,0–18,7	16,6	0,21	1,04	10,3–19,2	16,5	0,26	1,54
ik	5,0–5,6	5,3	0,04	0,19	4,4–5,9	5,0	0,05	0,32
aq	44,7–48,4	46,8	0,17	0,84	44,9–49,3	47,2	0,18	1,10
az	45,8–49,3	47,9	0,20	1,00	47,2–52,2	49,4	0,18	1,08
rd	37,3–40,8	39,1	0,17	0,85	35,5–41,3	37,9	0,20	1,19
fd	10,8–13,5	12,4	0,13	0,67	10,1–16,5	11,9	0,20	1,14
qs	8,3–10,1	9,3	0,10	0,51	7,9–9,7	8,9	0,08	0,51
tu	11,3–13,3	12,3	0,10	0,49	11,1–15,5	14,2	0,13	0,76
yy ₁	11,7–14,3	12,8	0,15	0,74	11,1–14,6	12,9	0,14	0,87
ej	6,3–8,3	7,2	0,11	0,54	6,2–8,9	7,4	0,10	0,60
vx	12,6–16,1	14,4	0,17	0,84	8,1–16,0	14,5	0,21	1,28
zz ₁	11,6–13,3	12,3	0,11	0,54	8,5–13,9	12,5	0,14	0,88
vz	25,0–28,2	26,9	0,18	0,92	16,9–30,2	26,4	0,59	3,1
zy	20,8–24,9	22,8	0,17	0,87	12,9–29,5	22,4	0,40	2,4
Меристические признаки								
ll	18–26	21,6	0,25	1,77	19–23	21,9	0,17	1,06
Лучей в D	9–13	11,1	0,07	0,54	10–12	10,9	0,06	0,39
Лучей в A	14–16	14,5	0,07	0,53	13–16	14,9	0,16	1,00
sp. br.	27–33	30,4	0,16	1,33	24–30	28,0	0,23	1,73
vert.	63–68	64,7	0,27	1,37	61–70	65,7	0,25	1,54

Примечание. lim – границы вариации признака, \bar{x} – среднее арифметическое, m – начальный момент распределения, σ – среднее квадратичное отклонение.

Таблица 5. Коэффициент вариации признаков (CV) и критерий достоверности выборочной разности (t_d) азиатской корюшки Тауйской губы

Признаки	CV		td
	р. Тауй, 1983 г. (n=65 экз.)	р. Тауй, 2015 г. (n=139 экз.)	
Пластические признаки			
<i>ao</i>	1,8	2,4	1,7
в% от длины головы			
<i>an</i>	4,6	5,6	1,4
<i>np</i>	5,0	6,4	1,9
<i>po</i>	2,8	6,4	0,3
<i>lm</i>	3,9	8,3	0,6
<i>io</i>	4,5	14,8	0,3
<i>aa₁</i>	2,9	3,4	0,6
<i>nm₁</i>	5,9	6,2	0,8
в% от длины тела по Смитту			
<i>k₁</i>	2,6	5,2	0,3
<i>qh</i>	6,3	9,4	0,1
<i>ik</i>	3,6	6,4	0,7
<i>aq</i>	1,8	2,3	0,3
<i>az</i>	2,1	2,2	1,0
<i>rd</i>	2,2	3,1	0,8
<i>fd</i>	5,4	9,6	0,4
<i>qs</i>	5,5	5,7	0,5
<i>tu</i>	4,0	5,4	2,1
<i>yy₁</i>	5,8	6,8	0,1
<i>ej</i>	7,5	8,2	0,3
<i>vx</i>	5,8	8,8	0,1
<i>zz₁</i>	4,4	7,1	0,2
<i>vz</i>	3,4	11,8	0,2
<i>zy</i>	3,8	10,8	0,2
Меристические признаки			
<i>l, l</i>	8,2	4,8	0,2
Лучей в <i>D</i>	4,9	3,6	0,2
Лучей в <i>A</i>	3,7	6,7	0,3
<i>sp. br.</i>	4,4	6,2	1,1
<i>vert.</i>	2,1	2,4	0,5

Азиатская корюшка, по литературным (Черешнев и др., 2002) и нашим данным, характеризуется следующими признаками: число неветвистых и ветвистых лучей в спинном плавнике: *D* I—III 8—9; число неветвистых и ветвистых лучей в анальном

плавнике: *A* II—III 12—16; жаберных лучей слева и справа: *r. br. l.*, *r. br. p.* по 6—8; общее число жаберных тычинок: *sp.br.* 27—35, из них на нижней части жаберной дуги — 19—23, на верхней — 7—12, тычинки тонкие, длинные; число пилорических придатков: *Pc* 2—7; общее число позвонков: *vert.* 63—68, из них туловищных 40—47, хвостовых 19—24; прободенных чешуй в боковой линии на левой стороне тела: *l.l. л.* 15—28, на правой — *l.l. п.* 17—22; число поперечных рядов чешуй на туловище: *squ.* 67—72; число лучей в хвостовом плавнике: верхних неветвистых *C в.* 12—14, средних ветвистых *C ср.* (16) 17 и нижних неветвистых *C н.* 10—12

Анализ изменчивости коэффициента вариации (*CV*) признаков внешней морфологии азиатской корюшки Тауйской губы в 1983 и 2015 г. (таблицы 4 и 5) показывает их высокую стабильность во временном аспекте.

Интервал колебаний коэффициента вариации заметно расширился для таких параметров, как ширина лба (на 10,3%), пектоцентрального и вентроанального расстояния (на 8,4 и 7,0% соответственно).

В меньшей степени (в пределах от 4,4 до 3,0%) увеличилась высота головы у затылка, длина хвостового стебля, заглазное расстояние, наибольшая высота тела и длина грудного плавника. В наименьшей степени (от 0,3 до 0,1%) изменились ширина верхнечелюстной кости, длина основания спинного плавника и антевентральное расстояние.

Критерий достоверности выборочной разности для всех пластических признаков (t_d) не имеет значения более 3, следовательно, произошедшие изменения можно считать незначительными.

Интервал колебаний коэффициента вариации (*CV*) меристических признаков остается в пределах вариации конспецифических признаков вида. Критерий достоверности выборочной разности по всем признакам не превышает 1,1.

Из морфометрических показателей большей изменчивостью отличались пла-

стические признаки: ширина лба *CV* 4,5 (1983 г.) — 14,8 (2015 г.), пектоцентрального *CV* 3,4 (1983 г.) — 11,8 (2015 г.) и вентроанального расстояния *CV* 3,8 (1983 г.) — 10,8 (2015 г.)

Также несколько изменились значения коэффициента вариации по ряду меристических признаков: число позвонков *CV* 2,1 (1983 г.) — 2,4 (2015 г.); количество прободенных чешуй *CV* 8,2 (1983 г.) — 4,9 (2015 г.); количество тычинок на первой жаберной дуге *CV* 4,4 (1983 г.) — 6,2 (2015 г.).

Критерий достоверности выборочной разности для всех морфологических признаков (t_d) имеет значения менее 3. Произошедшие изменения можно считать незначительными, не выходящими за рамки видовых адаптационных свойств.

ВЫВОДЫ

Сравнение биологических и морфометрических показателей азиатской корюшки Тауйской губы за 1983 и 2015 гг. показало, что за 32-летний период произошли следующие изменения:

1. Изменились возрастная структура популяции, так в 1983 г. рыбы четырехгодовалого возраста составляли 81,9% нерестового стада, в 2015 г. на их долю приходилось только 50,9%. Вместе с этим, доля трехгодовиков увеличилась с 0,3% до 24,5% соответственно. В нерестовом стаде корюшки в 2015 г. на долю рыб в возрасте 6 лет и старше приходилось 0,4%, аналогичный показатель 1983 г. — 2,5%;

2. Изменились половая структура популяции ее нерестовой части — уменьшилась доля самок с 46% в 1983 г. до 28% в 2015 г.;

3. Наблюдается омоложение нерестовой части популяции: средний возраст снизился с 4,5 до 3,9 лет, с 81,9% до 50,9%;

4. Снизилась доля рыб модальной возрастной группы; возросла доля самцов нерестовой части популяции: с 54% до 63%; с 23,6 см до 21,9 см снизился средний размер, и с 138,8 г до 86,1 г — средняя масса;

Произошедшие изменения связываются нами с улучшением гидрохимического режима в районах нерестилищ в период инкубации икры, что привело к повышению выживаемости личинок.

Во внешнем облике рыб произошли минимальные изменения, возможно обусловленные размерной изменчивостью. Сравнение современного состояния биологических и морфологических признаков популяции азиатской зубастой корюшки Тауйской губы по данным 2015 г. с материалами 1983 г., в условиях изменений антропогенного влияния, значимых изменений не выявило.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амстиславский А.З. К биологии размножения азиатской корюшки в южной части Обской губы // Труд Салехардского стационара Уральского филиала АН СССР. Тюмень. Вып. 1.1959. С. 58–73.
- Василец П.М., Максименков В.В. Питание тихоокеанской корюшки (*Osmerus mordax dentex*) в Авачинской губе в первые два года жизни // Тез. докл. регион. конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии. Владивосток, 1998. С. 17–19.
- Венглинский Д.Л., Добринская Л.А., Амстиславский А.З. Особенности биологии некоторых промысловых рыб Обского севера // Проблемы Севера. Промысловая фауна Крайнего севера и ее использование. М.: Наука, 1967. С. 194–209.
- Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологич. спец. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. Школа, 1980. 293 с.
- Лукьяненко В.И. Токсикология рыб М.: Пищевая промышленность, 1967. 139 с.
- Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохов Н.Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.
- Плохинский А.Н. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 230 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 364 с.
- Ракитина М.В. Особенности биологии зубатой (азиатской) корюшки *Osmerus mordax dentex* и ее роль в прибрежной экосистеме Тауйской губы Охотского моря Тез. докл. международной научно-практической конф. Прибрежное рыболовство XXI век. Южно-Сахалинск, 2001. С. 100–103.
- Ракитина М.В., Смирнов А.А. Азиатская зубастая корюшка Тауйской губы: экология, современное состояние запаса и перспективы промысла // Рыбн. хоз-во. 2017. № 6. С. 51–54.
- Савваитова К.А., Дорофеева Е.А., Маркарян В.Г., Смолей А.И. Форели озера Севан. Оценка состояния по результатам морфоэкологического мониторинга, перспективы сохранения и пользования // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. 1989. Т. 204. 180 с.
- Черешнев И.А., Попов С.А. Первые данные по биологии азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex* Steindacher Тауйской губы (северо-западное побережье Охотского моря) // Биология пресноводных рыб Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР. 1987. С. 128–146.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.А. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2002. 496 с.
- Чуриков А.А. О ритме питания и суточном рационе тихоокеанской корюшки в Ныйском заливе (о. Сахалин) // Гидробиол. журнал. 1976. Т. 12. Вып. 4. С. 95–100.
- Tilak K.S., Lakshmi S.J., Susan T.A. The toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to the fish, *Catla catla* (Hamilton) // J. Environ. Biol. 2002. V. 23. № 2. P. 147–149.

**CHANGES OF BIOLOGICAL AND MORPHOMETRIC PARAMETERS
OF ASIAN SMELT (*OSMERUS DENTEX*) THE GULF OF TAUISK
(NORTHERN PART THE SEA OF OKHOTSK) IN 1983 AND 2015
IN THE RESULT OF HUMAN IMPACT**

© 2018 M. V. Rakitina, A. A. Smirnov

*Magadan research Institute of the Russian Federal
Research Institute of Fisheries and Oceanography, Magadan 685000;
Northeastern state University, Magadan, 68500;
Mariiski state University, Yoshkar Ola, 424000
E-mail: andrsmir@mail.ru*

The article comparison of age, size-weight, sex structure and morphology of Asian toothy smelt *Osmerus dentex* of the Gulf of Taiu Bay in 1981–1984 and 2015 Shows what happened to the changing age and sex structure of the population, came the rejuvenation of the spawning part of the population, decreased the proportion of females. Changes of morphological parameters remained within the variation of specific features.

Key words: smelt (*Osmerus dentex*), age, body weight, body length, signs.

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.562+639.2.053.7+639.223 (282.4)

**БИОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА НАВАГИ *ELIGINUS NAVAGA*
В БАССЕЙНЕ ОБСКОЙ ГУБЫ**

© 2019 г. А.К. Матковский¹, В.Е. Тунёв^{1,2}, С.И. Степанов¹, П.Ю. Савчук¹,
А.С. Таскаев¹

¹Тюменский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии, Тюмень, 625023

²Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, 625003
E-mail: ecology@gosrc.ru

Поступила в редакцию 28.06.2019 г.

Рассматриваются особенности биологии наваги в бассейне Обской губы. Установлена короткоцикловость, ежегодный нерест, низкий уровень каннибализма. Отмечается значительное увеличение численности наваги в силу улучшения условий ее обитания, в том числе и за счет потепления климата. Даются рекомендации по промышленному освоению ее запасов. Отмечается, что с увеличением численности наваги происходит расширение ее ареала.

Ключевые слова: навага, короткоцикловость, питание, рост, распределение, численность, промысел.

ВВЕДЕНИЕ

Навага *Eleginus navaga* (Walbaum, 1792) морская, холоднолюбивая рыба, имеющая прерывистый ареал распространения в бассейне Северного Ледовитого океана. Обская губа служит одной из граничных областей ее ареала (Берг, 1949; Дрягин, 1948; Покровская, 1960; Лебедев и др., 1969; Васильева, 1997; Промысловые рыбы..., 2006). Навага важный промысловый объект, поскольку ей свойственно миграционное поведение и образование сравнительно плотных концентраций в местах нереста и нагула. Тем не менее, этот ресурс в бассейне Обской губы остается слабо изученным и специализированный лов наваги не осуществляется. Между тем численность наваги по имеющимся материалам существенно возросла и, как следствие, область распространения вида расширилась. Все это требует анализа происходящих изменений и разработку рекомендаций по использованию ресурса. Надо сказать, что промышленное освоение запасов наваги многие годы сдерживалось затратно-

стью промысла и транспортировки выловленной рыбы. В настоящее время с интенсивным освоением арктического шельфа и развитием инфраструктуры ряда нефтегазовых месторождений появляются новые перспективы для ведения рыболовства в этом районе.

Цель статьи обобщить биолого-промысловую информацию по наваге Обской губы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для настоящей статьи собирали в 2015–2017 гг. в северной части Обской губы. Ихтиологические исследования проводились в августе-сентябре с использованием комбинированных ставных жаберных сетей, состоящих из шитых отрезков сетной дели с шагом ячеи — 16 и 22 мм (по 2,5 м), 30, 36, 40, 45, 50 и 60 мм (по 5 м). Экспозиция сетей составляла от 6 до 24 ч. Пойманная рыба измерялась и подвергалась биологическому анализу. Массовые промеры рыб выполнялись отдельно для каждого размера ячеи. Вся информация стандартизировалась



Рис. 1. Станции сбора ихтиологического материала в северной части Обской губы.

Таблица 1. Объем собранного ихтиологического материала

Год	Период	Биологический анализ, экз.	Массовые промеры, экз.
2015	август-сентябрь	227	573
2016	август-сентябрь	787	1641
2017	август-сентябрь	511	1198

на единицу промыслового усилия (улов за 12 ч, размер сети 75 м). С учетом всех размеров ячеи рассчитывалась средневзвешанная величина улова различных размерных групп рыб, которая использовалась для расчета численности. Объем собранного материала представлен в таблице 1. Точки постановки сетей представлены на рисунке 1.

За весь период наблюдений промысловая длина измерена более чем у 3 тыс. экз. наваги, для биологического анализа отобрано

1525 экз. Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Правдин, 1966).

Для расчета численности рыб площадь облова определялась по видоизмененной формуле Трещева (1983) с учетом средней скорости движения рыбы.

$$S = \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \cdot k, \quad (1)$$

где S — площадь облова, м²; l — длина сети, м; k — коэффициент пропорциональности,

отражающий путь, пройденный рыбой по отношению к длине сети.

$$k = v \cdot \frac{t}{l}, \quad (2)$$

где v — средняя скорость движения рыбы, м/с; t — время, с.

Средняя скорость движения рыбы принималась по пикше равной 0,28 длины рыбы в секунду (Карамушко, 2007). Надо отметить, что это сравнительно низкая скорость движения рыбы (Поддубный, Малинин, 1988), не характеризующая выраженное миграционное поведение. Численность рыб на единицу площади определялась как:

$$N = \frac{c}{u \cdot S}, \quad (3)$$

где N — численность рыб, экз.; c — улов, экз.; u — коэффициент уловистости ставных сетей.

Коэффициент уловистости ставных сетей был принят равным 0,05 (Мельников, 2011). При оценке численности предполагалось, что рыба на площади облова распределена равномерно. Удельная скорость весового роста рассчитывалась по уравнению Шмальгаузена-Броди (Шмальгаузен, 1935):

$$C_w = \frac{\lg W_i - \lg W_0}{0,4343(t_i - t_0)}, \quad (4)$$

где W_i — масса рыбы в конечный момент времени t_i ; W_0 — масса рыбы в начальный момент времени t_0 .

Для определения скорости линейного роста использовали показатель относительного прироста, вычисленный по формуле:

$$C_l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100, \quad (5)$$

где C_l — относительный прирост длины тела, %; l_2 — промысловая длина в конечный момент времени, см; l_1 — промысловая длина в начальный момент времени, см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для наваги Карского моря свойственен широкий размерно-возрастной ряд. В северной части Обской губы встречаются особи 1–10 годовалого возраста (табл. 2). В уловах, как правило, преобладают 2–5 годовалые рыбы. В нашем случае — это поколения 2011, 2012 и 2015 годов рождения. Различия в урожайности генераций могут свидетельствовать о том, что не все годы являются благоприятными для воспроизводства наваги, тем не менее, как будет в дальнейшем показано, численность вида достаточно высокая.

Широкий возрастной ряд при относительно не крупных средних размерах рыб косвенно свидетельствует о низком темпе роста рыб, что свойственно для обитателей арктических широт в условиях ограниченной обеспеченности пищей. Кроме того, такая ситуация возникает и при высокой плотности популяции. О темпе роста рыб можно судить по данным, представленным в таблицах 3 и 4.

Результаты показывают, что средние размеры рыб существенно варьируют по годам. Причем, как это свойственно большинству популяций, наибольшие различия прослеживаются в первые годы жизни, когда потенциал роста наиболее высокий. Анализ

Таблица 2. Возрастной состав (%) наваги Обской губы

Годы	Возраст										Средние		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	возраст, лет	масса, г	длина, см
2015	—	3,1	10,6	57,3	14,5	6,2	7,0	0,4	0,4	0,4	4,4	103,8	22,2
2016	1,5	4,2	15,1	59,5	12,6	4,7	2,0	0,1	0,1	0,1	4,0	100,8	21,9
2017	14,5	28,2	23,5	9,0	20,5	3,1	0,8	0,4	—	—	3,1	66,9	17,9

Таблица 3. Промысловая длина (см) разновозрастных особей наваги Обской губы

Возраст	2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n
1	—	—	—	15,4 ± 0,3	7,4	12	12,0 ± 0,1	11,8	74
2	19,0 ± 0,5	8,1	7	15,8 ± 0,1	13,1	33	17,9 ± 0,4	2,4	144
3	19,8 ± 0,8	19,9	24	19,9 ± 0,4	27,0	119	18,0 ± 0,2	1,6	120
4	20,9 ± 0,1	6,4	130	24,3 ± 0,1	6,9	468	21,8 ± 0,3	10,7	46
5	23,9 ± 0,3	7,3	33	24,9 ± 0,2	8,8	99	23,6 ± 0,3	12,9	105
6	26,3 ± 0,9	13,4	14	26,3 ± 0,3	8,1	37	26,4 ± 0,2	3,5	16
7	28,3 ± 0,2	4,0	16	28,7 ± 0,8	11,1	16	28,1 ± 0,7	4,7	4
8	30,0	—	1	30,2	—	1	30,6 ± 0,1	0,2	2
9	34,2	—	1	36,3	—	1	—	—	—
10	34,5	—	1	39,7	—	1	—	—	—
Всего	22,2 ± 0,6	37,4	227	21,9 ± 0,2	42,0	787	17,9 ± 0,5	57,3	511

Таблица 4. Масса (г) разновозрастных особей наваги Обской губы

Возраст	2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n	$X_{cp} \pm m_x$	CV	n
1	-	-	-	29,5 ± 3,0	35,9	12	21,0 ± 0,3	13,5	74
2	74,5±10,4	37,0	7	34,0 ± 0,4	8,3	33	50,0 ± 0,2	5,7	144
3	92,5±17,7	94,0	24	79,0 ± 4,2	59,1	119	52,0 ± 0,6	13,6	120
4	96,0±0,1	1,6	130	130,0±1,7	29,4	468	89,0 ± 4,3	33,7	46
5	102,8±2,9	16,2	33	135,0±5,1	37,71	99	112,0 ± 2,9	26,5	105
6	151,8±16,1	39,9	14	160,0±3,4	13,3	37	133,5 ± 4,7	11,0	16
7	230,5±12,9	22,4	16	213,0±13,7	25,9	16	212,5 ± 37,1	20,5	4
8	255,4	—	1	269,0	—	1	255,5 ± 20,5	7,7	2
9	257,9	—	1	275,0	—	1	-	-	-
10	359,0	—	1	440,0	—	1	-	-	-
Всего	103,8±14,3	33,9	227	100,8 ± 3,1	34,2	787	66,9 ± 8,5	21,03	511

изменения скорости роста наваги в разные годы свидетельствует, что наиболее благоприятные условия были в 2015 и 2016 гг. (табл. 5).

Интересно отметить, что данные годы на Ямале характеризовались аномально жаркой погодой, а навага, как известно, холоднолюбивый вид и избегает теплых вод, совершая нагульные миграции в районы пониженной температуры (Покровская, 1960; Кобелев, 1994). Хотя, по мнению Покровской (1960),

не менее существенное влияние на распределение наваги оказывает и фактор солености вод. Навага покидает прибрежные акватории не только с прогревом воды, но и с их распределением в период увеличения речного стока. Тем не менее, более высокий прогрев воды в 2015 г. и 2016 г., по-видимому, положительно сказался на темпе роста наваги. По всей видимости, данная связь носит опосредованный характер через лучшее развитие кормовой

Таблица 5. Удельная скорость весового роста и относительные линейные приросты у наваги Обской губы

Возрастной интервал	2015–2016 гг		2016–2017 гг	
	C_w	C_l	C_w	C_l
2–3	0,06	4,74	0,42	13,92
3–4	0,34	22,73	0,12	9,55
4–5	0,34	19,14	0,02	5,35
5–6	0,44	10,04	0,06	6,02
6–7	0,34	9,13	0,28	6,84
7–8	0,15	6,71	0,18	6,62

базы наваги. Похожая ситуация отмечается и в бассейне Белого моря, где темп роста наваги положительно коррелирует с температурой воды (Стасенков, 2017).

Соотношение полов в популяции наваги в период ее нагула в Обской губе сдвинуто в сторону самок, причем их преобладание незначительное. Доля самок в уловах 2015 г. составляла 57,71%, в 2016 г. — 52,16%, а в 2017 г. — 64,45% (табл. 6). Продолжительность жизни у самцов короче, чем у самок в среднем на 36% и ограничена семью годами.

Навага обладает высоким репродуктивным потенциалом за счет раннего полового

созревания. Темп полового созревания является видовым свойством, но может сдвигаться в ту или иную сторону в зависимости от условий обитания. Обычно навага созревает на втором году жизни. В целом возраст наступления ее половой зрелости возрастает с запада на восток, т.е. от более мягких к более суровым арктическим условиям, что связано с различиями в темпе роста рыб. В бассейне Карского моря навага в массе становится половозрелой на третьем году жизни (Покровская, 1960).

Наши данные полностью подтверждают этот вывод. В северной части Обской губы половое созревание наваги начинается

Таблица 6. Соотношение полов в популяции наваги Обской губы

Возраст	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1	-	-	25,00	75,00	17,57	82,43
2	71,43	28,57	45,45	54,55	24,83	75,17
3	37,50	62,50	50,42	49,58	39,17	60,83
4	56,15	43,85	52,14	47,86	58,70	41,30
5	63,64	36,36	50,51	49,49	40,95	59,05
6	64,29	35,71	67,57	32,43	62,50	37,50
7	68,75	31,25	68,75	31,25	100,00	—
8	100,00	—	100,00	—	100,00	—
9	100,00	—	100,00	—	—	—
10	100,00	—	100,00	—	—	—
Итого	57,71	42,29	52,16	47,84	64,45	35,55

на втором году жизни (табл. 7). Уже в возрасте одного года встречаются единичные половозрелые особи, преимущественно самцы. Средняя длина тела у впервые созревающих рыб составляет 19–20 см. По скорости наступления половой зрелости и особенностям формирования численности навагу можно отнести к короткоцикловым видам рыб, что определяет и соответствующие рекомендации для ее промысла. Данный ресурс должен использоваться как сравнительно быстро возобновляемый при сохранении необходи-

Таблица 7. Процентное соотношение стадий зрелости гонад у наваги Обской губы в разные годы

Год	Возраст	Самки		n	Самцы		n
		II	III		II	III	
2015	1	-	-	-	-	-	-
	2	60,0	40,0	5	100,0	-	2
	3	44,4	55,6	9	13,3	86,7	15
	4	24,7	75,3	73	100,0	-	57
	5	19,0	81,0	21	100,0	-	12
	6	11,1	88,9	9	100,0	-	5
	7	9,1	90,9	11	100,0	-	5
	8	-	100,0	1	-	-	0
	9	-	100,0	1	-	-	0
	10	-	100,0	1	-	-	0
2016	1	66,7	33,3	3	44,4	55,6	9
	2	80,0	20,0	15	33,3	66,7	18
	3	23,3	76,7	60	9,3	90,7	59
	4	-	100,0	244	0,4	99,6	224
	5	4,0	96,0	50	-	100,0	49
	6	-	100,0	25	9,1	90,9	12
	7	-	100,0	11	-	100,0	5
	8	-	100,0	1	-	-	0
	9	-	100,0	1	-	-	0
	10	-	100,0	1	-	-	0
2017	1	92,3	7,7	13	75,4	24,6	61
	2	69,4	30,6	36	49,5	50,5	109
	3	68,1	31,9	47	52,1	47,9	73
	4	33,3	66,7	27	21,1	78,9	19
	5	2,3	97,7	43	1,6	98,4	62
	6	10,0	90,0	10	20,0	80,0	6
	7	-	100,0	4	-	-	0
	8	-	100,0	2	-	-	0
	9	-	-	-	-	-	0
	10	-	-	-	-	-	0

мого уровня естественного воспроизводства. Тем не менее, следует понимать, что отмеченная короткоцикловость вида является своеобразным приспособлением к выживанию в суровых арктических условиях (Васнецов, 1953). Раннее половое созревание и высокая воспроизводительная способность вида в условиях северных широт компенсируют высокую смертность на всех стадиях развития (Шатуновский, 1980). Поэтому, несмотря на короткоцикловость, интенсивность промысла должна регламентироваться.

Результаты свидетельствуют, что в основном к 3-годовалому возрасту 50% особей достигают половой зрелости. Количество рыб со второй стадией развития гонад с возрастом закономерно снижается. Отсутствие таких рыб в старших возрастных группах свидетельствует, что наваге не свойственен пропуск нереста, хотя такая ситуация возможна для незначительной части особей в годы с худшей кормовой обеспеченностью. Так, например, в 2017 г. со снижением развития кормовой базы численность самок со второй стадией зрелости гонад заметно возросла по сравнению с 2016 г. Практическое отсутствие пропуска нереста свидетельствует как о благоприятных условиях нагула наваги, так и о том, что вид прекрасно приспособлен к обитанию в суровых арктических условиях. Как известно, наваге свойственны ежегодные сезонные перемещения с мест нереста и нагула. Причем часто эти миграции бывают значительными по протяженности (Гошева, 1973; Залесских, 1980; Кобелев, 1994). Тем не менее, энергетические траты на данные миграции в бассейне Обской губы, по-видимому, не столь существенны. Во-первых, навага постоянно питается, а во-вторых, места ее нереста (устье р. Ягодьяха) не сильно удалено от мест массового нагула (Покровская, 1960). Именно по этой причине нерест у большинства особей практически ежегодный и на местах нагула присутствуют все возрастные группы наваги.

Наличие всего спектра возрастного состава наваги на местах летнего нагула — факт достаточно интересный, поскольку температура воды у дна в августе в 2015 г. варьиро-

вала в пределах 1,9–12,4°C, в 2016 г. — 3,9–12,5°C, в 2017 г. — 2,7–8,1°C, т.е. не являлась серьезным лимитирующим фактором, как считают отдельные авторы (Кобелев, 1994). В данном случае справедливо отмечала (Покровская 1960), что не только температура, но и соленость воды оказывает существенное влияние на распределение наваги. Со строительством подходного канала к порту Сабетта проникновение морских вод в Обскую губу, по-видимому, усилилось, что, несомненно, улучшило условия обитания наваги. Надо сказать, что в целом продуктивность вод Карского моря достаточно низкая (Долгов и др., 2014), и поэтому наиболее продуктивные участки приурочены к различным заливам, губам, устьевым участкам рек.

О благоприятных условиях нагула наваги в северной части Обской губы свидетельствует и то, что в этом районе виду не свойственен каннибализм. Обилие ракообразных снижает долю хищного питания. Здесь излюбленной пищей наваги служат мизиды, амфиподы, кумовые раки. Частота встречаемости рыбной пищи не превышает 13% (Степанова, Бондарь, 2016). Аналогичную ситуацию по отсутствию каннибализма в условиях обилия ракообразных описывает (Покровская 1960) для тихоокеанской наваги.

Таким образом, в северной части Обской губы имеются все необходимые условия для существования многочисленной популяции наваги.

Для рыб Обской губы и Карского моря свойственны нагульные, нерестовые и зимовальные миграции в районы, где соответствующие условия наиболее благоприятные. Обычно в северной части губы рыба не образует значительных скоплений. Считалось, что лишь в период открытой воды промысловые концентрации отмечаются вдоль береговой зоны (Есипов, 1941). Наши данные свидетельствуют, что в это время возможно возникновение промысловой концентрации наваги и на значительном удалении от берега.

В осенний период со стороны Карского моря отмечается массовый заход наваги в Обскую губу. В этот период снижается

воздействие речного стока, повышается соленость и понижается температура воды. Во время сбора ихтиологического материала соленость воды варьировала в пределах 0,36–24,44‰, а температура воды – 4–12°C. Наибольшие концентрации наваги отмечались в прибрежной зоне Обской губы на глубинах до 5 м (рис. 2, 3). На отдельных участках ихтиомасса превышала 10 т/км². Следует заметить, что данные скопления рыбы создавались в условиях относительно невысокой солености до 1‰ (рис. 4). Поэтому можно заключить, что основной причиной концентрации наваги в прибрежье является лучшая обеспеченность пищей на этих участках.

Рассматриваемое на рисунке 2 распределение наваги носит весьма ориентировочный характер, поскольку, во-первых, сетка станций ограничена, а во-вторых, для наваги свойственны постоянные перемещения. Тем не менее, полученные данные дают общее представление

о возможных концентрациях вида на разных участках северной части Обской губы.

Полученные результаты свидетельствуют, что в осенний период в северной части губы ихтиомасса наваги может достигать 10–15 тыс. т. Наличие такого ресурса позволяет без ущерба запасу добывать порядка 1 тыс. т наваги. Несомненно, полученные результаты требуют уточнения путем проведения более детальных съемок.

Уточнение ихтиомассы наваги необходимо, поскольку ее уловы никогда не были значительными, что в принципе характерно для одной из ранее граничных областей распространения вида (Промысловые рыбы..., 2006). Однако последний промышленный лов наваги осуществлялся лишь в 60-х годах прошлого столетия и ситуация с запасом могла существенно измениться. Косвенно об этом свидетельствует и дальнейшее распространение вида на восток. В настоящее время

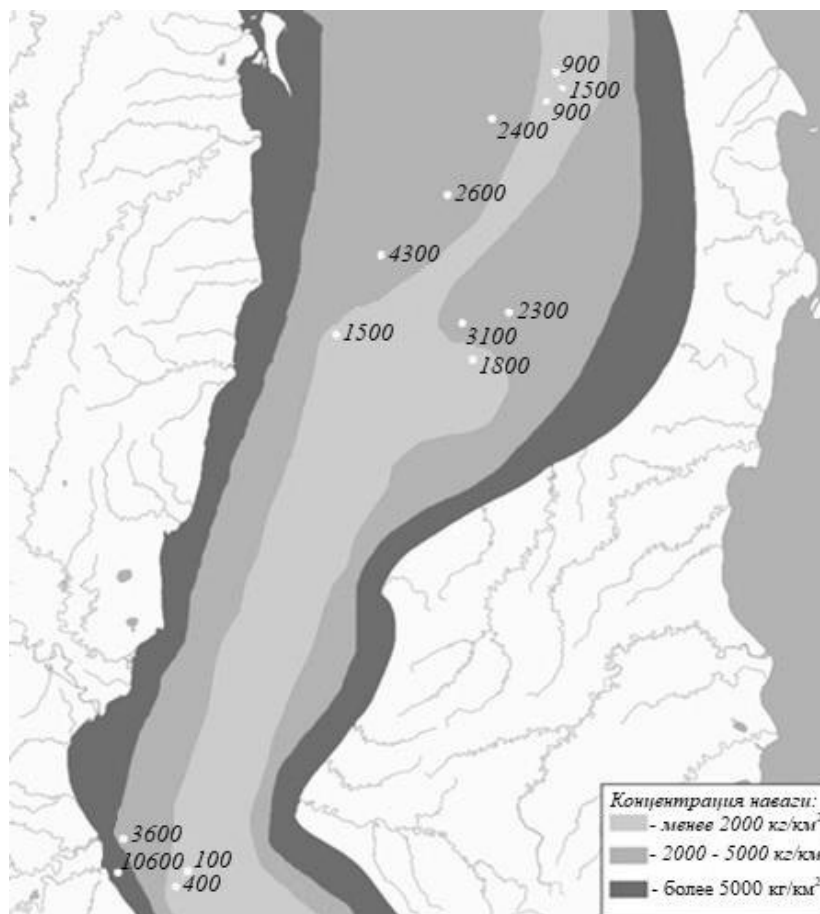


Рис. 2. Распределение наваги в Обской губе за период исследований.

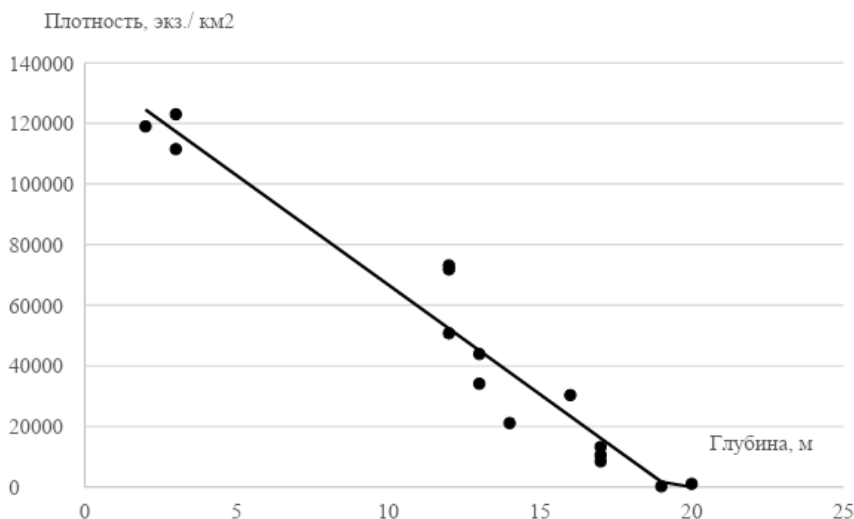


Рис. 3. Изменение плотности наваги от глубины.

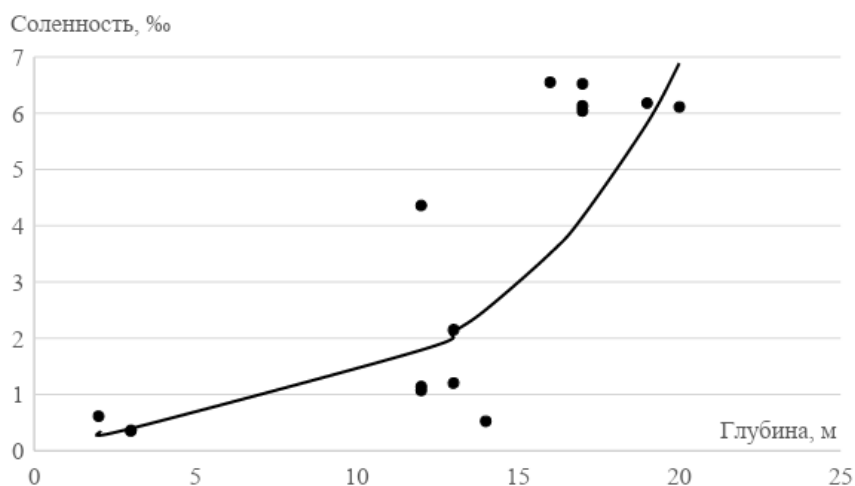


Рис. 4. Зависимость показателей солености от глубины.

навага в северной части Гыданской губы является обычным видом в ихтиоценозе. Такие изменения могли быть обусловлены целым рядом факторов, последнюю роль в которых отводится и процессам глобального потепления. С увеличением численности наваге, как и любому другому виду, свойственно расширять свой ареал и занимать участки с подходящими условиями обитания (Гошева, 1973).

Итак, кратко рассмотрим основные факторы, которые могли послужить причиной увеличения численности наваги.

Многие рыболовецкие деревни вдоль побережья Белого и Баренцева морей при-

шли в упадок. Количество выставяемых орудий лова резко сократилось. В результате численность наваги многократно возросла (Стасенков, 2016). Росту численности наваги в этой части ее ареала способствовало и то, что продукционный потенциал Белого моря уже на протяжении многих лет значительно недоиспользовался (Бергер, 2007). Как известно, кормовые ресурсы и доступность пищи являются одними из важнейших условий увеличения численности вида (Никольский, 1965). В этом отношении в северной части Обской губы имеются все необходимые условия.

Другими не менее значимыми факторами являются произошедшие изменения в температуре и солености вод. Навага относится к холодолюбивым видам, и с процессом глобального потепления она стала продвигаться на восток вдоль побережья Северного Ледовитого океана, т.е. в районы с более продолжительным зимним периодом. Кроме того, в результате таяния льда опреснение прибрежных акваторий возрастает, а это, как считается (Покровская, 1960), не нравится наваге.

Обычно подход наваги к берегу на нагул обуславливается осенним повышением солености из-за уменьшения речного стока. В северной части Обской губы эта закономерность из-за значительных акваторий не столь выражена. Тем не менее, численность наваги, как отмечалось, существенно увеличилась. Здесь соленость главным образом возрастает в период приливов и северных румбов. Кроме того, увеличение солености может быть связано и с нарушением Обского бара в результате строительства подходного канала к порту Сабетта. Опасения, что данное строительство может повлиять на экосистему пресноводной части Обской губы, высказывались рядом исследователей (Книжников и др., 2013). Хотя результаты математического моделирования оценивали воздействие лишь как локальное (Дианский и др., 2015). В настоящее время необходимо уточнение распространения морских вод и изменения уровня солености в северной части Обской губы.

Имеющиеся ограниченные данные свидетельствуют, что соленость в северной части Обской губы возросла (табл. 8). Однако отмеченное увеличение могло быть связано с отбором проб в разные фазы воздействия морских вод.

Если соленость действительно возрастает, то это расширяет акваторию и удлиняет период нагула наваги в северной части Обской губы, а, следовательно, положительно сказывается на ее воспроизводстве (Никольский, 1965). Увеличению численности наваги способствует обилие пищи и низкий уровень

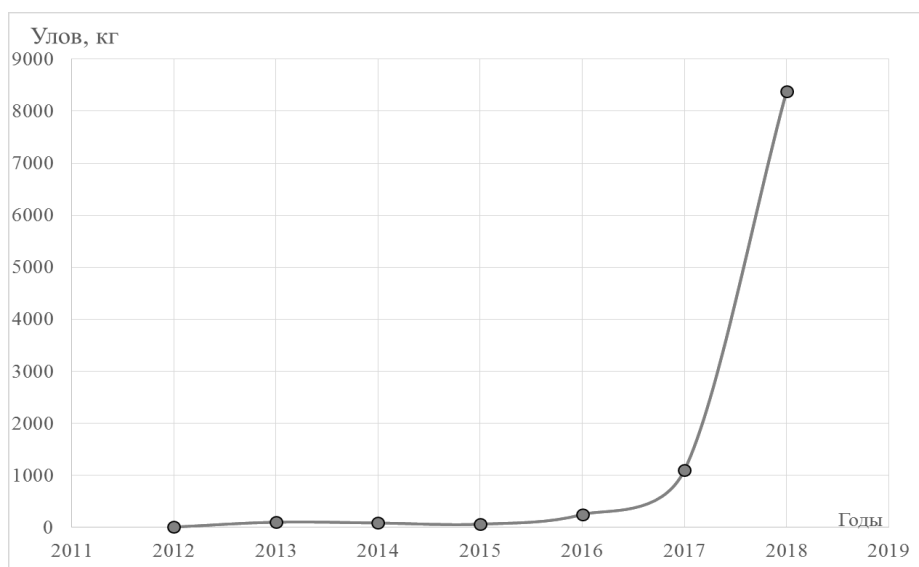
каннибализма, короткоцикловость, и возможно, появление новых центров размножения. С процессом глобального потепления количество нерестовых участков могло увеличиться. Как известно, нерестилища расположены в море и приурочены к устьям различных малых рек (Стасенков, 2016). На Ямале в бассейне Карского моря таких мест более чем достаточно. Однако все это требует проведения дополнительных исследований.

Исходя из изложенного, можно предположить, что навага и дальше будет продвигаться в восточном направлении, т.к. основными сдерживающими факторами являлись бедность кормовой базы и отсутствие благоприятных мест размножения. В противном случае при ограничении пищевого ресурса будет возрастать степень каннибализма. Тем не менее, процесс глобального потепления, по-видимому, положительно сказывается на условиях обитания рыб в арктической зоне, улучшается обеспеченность пищей и выживаемость молоди. Наглядными примерами служат популяции норвежской сельди и дальневосточного минтая (Котенев и др., 2014). На примере баренцевоморской наваги установлена положительная связь появления урожайных поколений с прогревом водных масс в летне-осенний период, коэффициент корреляции составлял 0,77 (Зеленков и др., 2000). Аналогичная связь с температурой воды была отмечена и для беломорской наваги (Стасенков, 1991). Наши данные также подтверждают лучшее созревание рыб в более теплые годы (табл. 7). Ожидается, что положительная фаза среднегодового индекса Атлантической многодекадной осцилляции предположительно продлится как минимум до 2025 г. (Бойцов, 2009), т.е. условия обитания наваги в течение этого периода не должны ухудшаться.

Надо сказать, что интенсивность промысла в эстуариях не высокая, тем не менее, уловы наваги растут, что, прежде всего, связано с возросшим выловом в реках во время приливов. В последние годы рыбодобытчики начали проявлять интерес к промыслу наваги (рис. 5).

Таблица 8. Соленость вод (‰) Обской губы (сентябрь) в районе 72°31'95" с.ш.

Горизонт	2015 г.	2017 г.
Поверхность	2,32	6,52
	6,12	6,13
	2,91	6,51
	2,52	6,52
	2,89	6,04
Дно	6,36	17,87
	9,82	24,50

**Рис. 5.** Вылов наваги в эстуариях Карского моря.

Из всех видов, обитающих в северной части Обской губы более 90% ихтиомассы приходится на навагу, т.е. доля ее в ихтиоценозе достаточно существенна.

Как известно, при увеличении плотности популяции темп роста у особей снижается (Васнецов, 1953; Никольский, 1965; Мина, Клевезаль, 1976; Бретт, 1983; Стасенков, 2017). У нас есть возможность сравнить современный линейный рост наваги с ее ростом в 1945–1946 гг. (Покровская, 1960). Результаты свидетельствуют, что в настоящее время темп роста снизился (рис. 6), что также характеризует возросшую численность популяции.

Надо отметить, что в 40-х годах прошлого столетия прибрежный промысел нава-

ги также не был интенсивным. Общий вылов по годам варьировал от 0,1 до 10,8 т. Наиболее высокие ее уловы были в 60-х годах, в период работы базы морского промысла, когда добывалось до 280,4 т. С 1980 г. статистика вылова наваги практически отсутствует. Хотя навага все эти годы являлась перспективным объектом рыболовства (Семушин, Новоселов, 2009). Основным сдерживающим фактором ведения промышленного рыболовства являлась затратность промысла.

Таким образом, максимальные уловы наваги в пределах Тюменской области составляли порядка 300 т. Данный вылов обеспечивался главным образом тралениями в открытой части эстуариев. Поскольку основные промысловые концентрации наваги

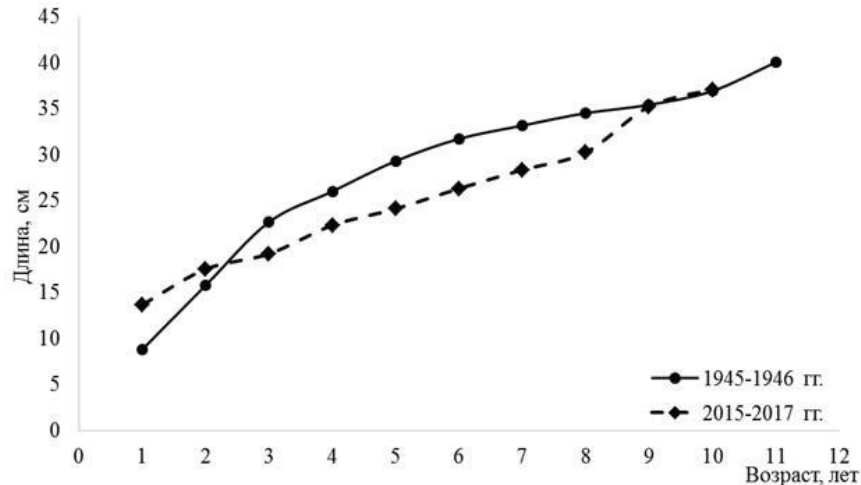


Рис. 6. Средний линейный рост наваги в бассейне Карского моря за разные периоды лет.

сосредоточены в прибрежных акваториях, то именно здесь необходимо организовывать соответствующий промысел. Наиболее эффективный лов может проводиться в периоды нагульных и нерестовых миграций наваги путем выставления рюж и ставных неводов. В осенне-зимний период с приливами она часто в массе заходит на нагул в реки, однако промысел в реках следует осуществлять только после завершения нерестовых миграций у сигов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы численность наваги в северной части Обской губы существенно возросла. Основными причинами увеличения ее численности являются климатические изменения и запуск прибрежного рыболовства. Несмотря на то, что навага холодолюбивый вид, процесс потепления климата положительно сказался на ее численности, что связано с экологической пластичностью и эврибионтностью вида (Гирса, 1986). Навага способна обитать в сравнительно широком диапазоне солености воды для успешного использования кормовой базы водных объектов. Увеличение температуры воды способствовало улучшению кормовой базы наваги, что позволило осваивать ей новые акватории, продвигаясь на восток от Обской губы. В на-

стоящее время навага в массе встречается в северной части Гыданской губы. Можно предположить, что в результате потепления климата и, как следствие, увеличения речного стока, расплеснения прибрежных акваторий Северного Ледовитого океана мог расширяться перечень благоприятных мест для нагула и размножения вида. Возможно, в северной части Гыданской губы навага обитала всегда, просто она была в меньшем количестве и это не нашло отражение в проводимых ранее исследованиях (Бурмакин, 1938).

Установлено, что в теплые годы у наваги возрастают темп роста и скорость созревания половых продуктов. Навага имеет раннее, но сравнительно растянутое половое созревание, практически ежегодный нерест, и ее популяция функционирует как короткоцикловый вид, запас которого практически не используется промыслом. В условиях слабого промыслового освоения темп роста особей является низким.

В настоящее время численность наваги в бассейне Обской губы находится на подъеме, что подтверждают данные научных и промысловых уловов, сведения по темпу роста и наличию ряда благоприятных условий для ее обитания. Хорошая кормовая база и низкий уровень каннибализма, короткоцикловость свидетельствуют, что численность популяции и в дальнейшем будет возрастать.

Высокая численность популяции наваги требует развития прибрежного рыболовства, что может быть весьма перспективным в свете освоения природных богатств Арктики, появления здесь промышленной и транспортной инфраструктуры.

Несмотря на важность промыслового значения наваги, отдельные стороны ее биологии и условия обитания в бассейне Обской губы остаются слабо изученными. Прежде всего, это касается мест размножения вида, а также влияние на распределение наваги проникновения морских вод в губу. Особое внимание следует уделить изучению закономерностей функционирования популяции и оказываемое влияние на численность различных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М., Л.: Издание АН СССР, 1949. Т. 1. 466 с.

Бергер В. Я. Продукционный потенциал Белого моря. С-Пб., 2007. 291 с.

Бойцов В. Д. Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее воздействие на биологические компоненты экосистемы. Автореф. дисс... докт. геогр. наук. С-Пб., 2009. 49 с.

Бретт Дж. Р. Факторы среды и рост // Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. С. 275–345.

Бурмакин Е. В. Состав ихтиофауны бассейна Гыданского залива // Проблемы Арктики. № 3. Л.: Изд-во «Главсевморпуть», 1938. С. 93–97.

Васильева Е. Д. Морфологическая дивергенция двух видов тресковых рыб, *Eleginus navaga* и *E. gracilis* (Gadidae), с дизъюнктивным ареалом // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. № 6. С. 791–797.

Васнецов В. В. О закономерностях роста рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 218–226.

Гирса И. И. Влияние экологических условий на изменение поведения годовиков

наваги *Eleginus navaga* (Pallas) (Gadidae) летом в прибрежье Белого моря // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26. Вып. 1. С. 171–173.

Гошева Т. Д. О миграциях онежской наваги // Рыбн. хоз-во. 1973. № 1. С. 14–15.

Дианский Н. А., Фомин В. В., Грузинов В. М., Литвиненко Г. И. Оценка влияния подходного канала к порту Сабетта на изменение гидрологических условий Обской губы с помощью численного моделирования // Арктика: экология и экономика. 2015. № 3 (19). С. 18–29.

Долгов А. В., Бензик А. Н., Четверкина О. Ю. Питание непромысловых рыб и их роль в продуктивности экосистемы Карского моря // Водные биологические ресурсы. Тр. ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 190–207.

Дрягин П. А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна // Изв. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1948. Т. 25. Вып. 2. С. 3–105.

Есипов В. К. Ряпушка (*Coregonus sardinella* Val.) северной части Обской губы и Гыданского залива // Тр. НИИ поляр. землед. животн. и промысел. хоз-ва. М. – Л. 1941. Вып. 15. С. 7–36.

Залесских Л. М. Исследование миграций ледовитоморской наваги // Рыбн. хоз-во. 1980. № 12. С. 29–31.

Зеленков В. М., Пронина О. А., Антонова В. П., Потелов В. А. Состояние запасов промысловых объектов в районе нефтяного месторождения «Приразломное» // Биологические ресурсы побережья российской Арктики. Материалы к симпозиуму (г. Беломорск, апрель 2001 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 2000. С. 44–47.

Карамушко Л. И. Биоэнергетика рыб северных морей. М.: Наука, 2007. 255 с.

Книжников А. Ю., Голубчиков С. Н., Зайцева Ю. Б. О возможных экологических последствиях реализации проекта «Ямал-СПГ» // Рыбн. хоз-во. 2013. № 6. С. 18–21.

Кобелев Е. А. Осеннее распределение наваги *Eleginus navaga* в юго-восточной

- части Баренцева моря // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34. № 2. с. 226–233.
- Котенев Б.Н., Кровнин В.В., Масленников В.В., Мордасова Н.В. О будущем состоянии популяций массовых гидробионтов в биопродуктивных районах Мирового океана // Водные биологические ресурсы. Тр. ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 209–248.
- Мельников К.А. Оценка коэффициента уловистости орудий лова как относительной меры промыслового усилия // Вестник АГТУ. 2011. Сер.: Рыбн. хоз-во. № 2. С. 27–34.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Изд-во «Наука», 1976. 291 с.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Изд-во «Наука», 1965. 382 с.
- Поддубный А.Г., Малинин Л.К. Миграции рыб во внутренних водоемах. М.: Агропромиздат, 1988. 224 с.
- Покровская Т.Н. Географическая изменчивость биологии наваги (рода *Eleginus*) / Исследования по рыбам Ледовитого и Тихого океанов // Тр. института океанологии АН СССР. 1960. Т. XXXI. С. 2–110.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 376 с.
- Промысловые рыбы России / Под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенёва. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. Т. 1. 656 с.
- Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савитова К.А., Соколов Д.И., Цепкин Е.А. Рыбы СССР. М.: Изд-во «Мысль», 1969. 447 с.
- Семущин А.В., Новоселов А.П. Видовой состав ихтиофауны Байдарацкой губы Карского моря // Вопр. рыболовства. 2009. Т. 49. № 3. С. 304–317.
- Стасенков В.А. Биология и промысел наваги *Eleginus nawaga* (Pallas) Белого моря. Автореф. дисс... канд. биол. наук. М., 1991. 24 с.
- Стасенков В.А. О промысле наваги *Eleginus nawaga* (Koelreuter, 1770) // Вестн. рыбохоз. науки. 2016. Т. 3. № 2 (10). С. 18–26.
- Стасенков В.А. Многолетняя динамика биологических показателей наваги *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) // Вестн. МГТУ. 2017. Т. 20, № 2. С. 370–380.
- Степанова В.Б., Бондарь М.С. О питании наваги *Eleginus nawaga* в Обской губе // Вестн. рыбохоз. науки. 2016. Т. 3. № 1 (9). С. 88–92.
- Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 236 с.
- Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Изд-во «Наука», 1980. 284 с.
- Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста. М., 1935. 259 с.

**BIOLOGY AND PROSPECTS FISHING NAVAGA
(*ELIGINUS NAVAGA*) IN THE BASIN OF THE OB BAY**

© 2019 A.K. Matkovsky¹, V.E. Tunev^{1,2}, S.I. Stepanov¹, P.Y. Savchuk¹, A.S. Taskaev¹

¹Tyumen branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Tyumen, 625023

²Northern trans-Ural state agricultural university, Tyumen, 625003

The article discusses the features of the biology of navaga in the basin of the Ob Bay. The short-cycle, annual spawning, low level of cannibalism were established. There has been a significant increase in the number of navaga due to the launch of fishing and the improvement of its habitat conditions, including due to climate warming. Recommendations on the industrial development of its reserves are given. It is noted that with the increase in the number of navaga is the expansion of its range.

Key words: navaga, short-cycle, nutrition, growth, distribution, number, fishing.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597.423–135 (262.81)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПИТАНИЕ МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА
ACIPENSER GUELLENSTAEDTII (ACIPENSERIDAE)
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

© 2019 С. В. Шипулин, С. В. Канатъев, И. Н. Лепилина, Э. Ю. Тихонова

Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КаспНИРХ), Астрахань, 414056

E-mail: lepilina_irina@mail.ru

Поступила в редакцию 21.06.2018 г.

На основе результатов специализированной траловой съемки определены основные места концентрации молоди русского осетра в зависимости от характера донных грунтов, видового состава и обилия кормовых организмов и биологических показателей молоди в северо-западной части Каспийского моря. Определен спектр питания различных весовых групп осетра. Приведены данные по пополнению популяции осетра с учетом имеющихся коэффициентов промыслового возврата.

Ключевые слова: северо-западная часть Каспийского моря, сеголетки русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii*, питание, кормовые организмы, зообентос, численность молоди, укрупненная навеска.

ВВЕДЕНИЕ

Пополнение запасов осетровых Каспийского бассейна с середины 50-х годов прошлого века осуществляется, как за счет естественного размножения, так и искусственного воспроизводства, масштабы которых в отдельные годы достигали 1600 млн. экз. (1986 г.) и 80 млн. экз. (1989 г.), а в отдельные — не превышали 41 (2015 г.) и 23 млн. экз. (2009 г.) соответственно.

Анализ естественного воспроизводства осетровых на нерестилищах р. Волги в 1978–2018 гг. свидетельствует о сокращении числа скатывающихся личинок почти в 40 раз. Главными причинами этого снижения являются низкая численность производителей на нерестилищах и несоблюдение объемов рыбохозяйственных попусков воды через Волгоградскую плотину (Власенко и др., 2013).

Строительство рыборазводных предприятий в Нижнем Поволжье планировалось в качестве компенсации потерь нерестилищ в результате гидростроительства (Власенко, 1989).

Многолетними исследованиями (Беляева, 1965; Пироговский, 1974, 1983; Левин, 1984, 1992; Левин и др., 1987; Левин, Кокоза 1989) были получены сведения об эффективности работы осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ), о количестве выращенной молоди, ее качественных характеристиках, оптимальных местах ее выпуска, выживаемости молоди разной массы при скате в море и т.д.

В 1970–1980-х гг. стандартной считалась молодь русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* массой 3 г. В реальности мальки, выпускаемые с ОРЗ, характеризовались значительной вариабельностью массы. В середине 1980-х гг. доля рыб заводского происхождения в промысловых уловах русского осетра составляла 20,7%, что, возможно, было связано, как с высоким уровнем естественного воспроизводства, так и с низкой выживаемостью молоди массой менее 3 г, выпускаемой с ОРЗ.

С начала деятельности рыбоводных заводов вопросы определения вклада

искусственного воспроизводства в пополнение популяций осетровых и оптимальной массы выпускаемой молоди были наиболее важными. На основании данных по выпуску молоди с ОРЗ и скату личинок с естественных нерестилищ ежегодно рассчитывалась численность рыб заводского происхождения в уловах. В 2015 г. в р. Волге доля русского осетра, выращенного на ОРЗ, составила 88,8%.

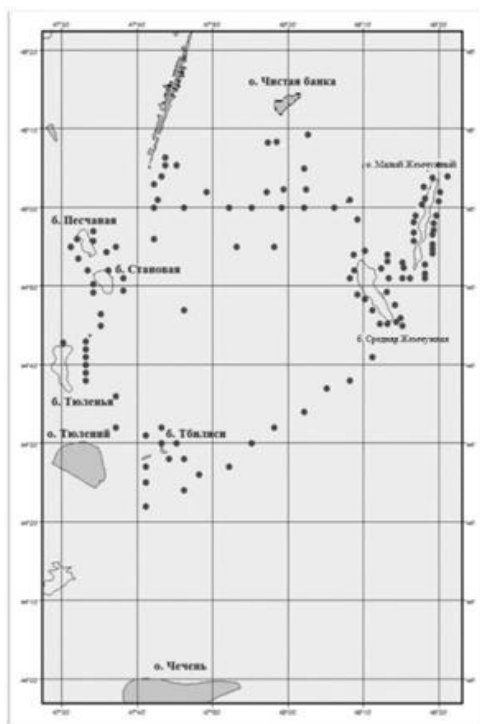
Следует отметить, что, если распределение осетровых, их питание и экология в Каспийском море изучены относительно хорошо с использованием многолетних материалов траловых съемок, то молодь в этом отношении изучена недостаточно в связи с тем, что сеголетки не вылавливаются при траловых съемках.

В связи с этим цель настоящей работы: выявить закономерности распределения, определить спектр и интенсивность питания сеголетков русского осетра в северо-западной части Каспийского моря.

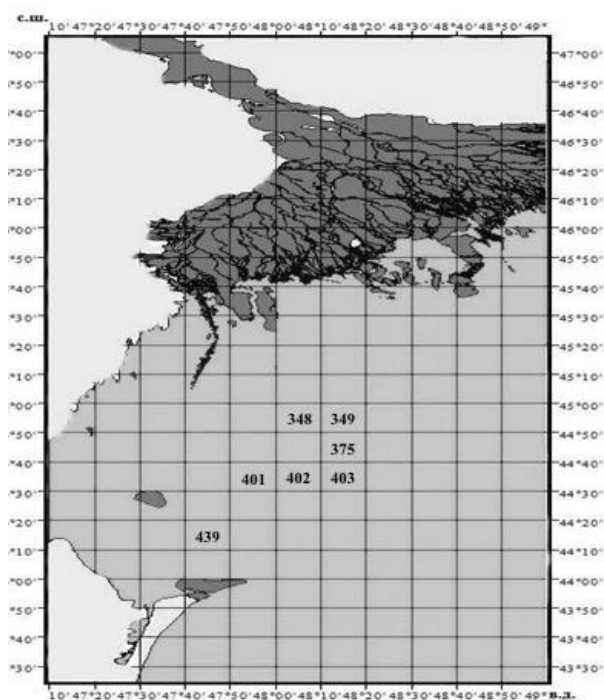
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала для исследований осуществлялся в Северной части Каспийского моря в августе-сентябре 2015–2018 гг. по запланированной сетке станций для молоди осетровых рыб (рис. 1) в период проведения ресурсных исследований в соответствии с программой, разработанной ФГБНУ «КаспНИРХ».

Молодь из каждого тралового улова просчитывалась, поштучно измерялась и взвешивалась. Данные наносились на схематическую карту тралений и использовались для построения карт распределения сеголетков в море. Для изучения связи распределения молоди с распространением кормовых организмов на траловых станциях дночерпателем «Океан» отбирали пробы бентоса. В лабораторных условиях определяли качественные и количественные показатели донной фауны, содержимое желудочно-кишечных трактов сеголетков и степень их накормленности.



а



б

Рис. 1. Схема расположения траловых станций (а) и квадратов с наибольшей плотностью скоплений молоди (б) в северной части Каспийского моря в период учетных съемок в 2015–2018 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В северо-западной части Каспийского моря уловы сеголетков осетра в 2015—2018 гг. были отмечены в каждом из обследованных квадратов. Величина вылова изменялась от 1 до 256 экз. (рис. 2). Распределение молоди по определенным квадратам связано как с наличием на участках кормовых организмов, так и с характером грунта, который обеспечивает его доступность и определяет поведенческие реакции молоди, такие как избирание, избегание или инертное отношение к грунту (Левин, 2006).

Степень накормленности молоди зависит не только от биомассы основных кормовых организмов на местах нагула, но и от их доступности, которая, в свою очередь, связана с характером донных грунтов, глубиной, соленостью воды и т. д.

Молодь осетра избегала участков, где присутствовал ил с запахом сероводорода, а также фиксировалось заиливание ракуши. Мягкие илистые грунты в основном отмечались на 6-ти из 22 исследованных квадратов (323; 323/324; 350/351; 374, 374/375; 421/439).

Молодь осетра концентрировалась в местах с песчаным и песчано-ракушечным

грунтом (квадраты 402, 349, 375). Суммарно улов в этих квадратах составил 38, 61 и 253 экз. молоди соответственно или 80,9% от общего числа выловленной молоди и свидетельствовало о неравномерном использовании нагульной площади в западных районах Северной части Каспийского моря (рис. 3), что согласуется с ранее полученными данными (Левин, 2006).

Осетровые, не обладающие хорошо развитым зрением (Будаев, Сбикин, 1989), проводят поиск кормовых организмов на поверхности дна двигаясь по круговым или S-образным траекториям (Касумян, Тауфик, 1993). Наиболее быстро мальки русского осетра обнаруживают корм на поверхности песка и битой ракуши, где тактильная рецепция наиболее длительна и эффективна, что свидетельствует о том, что характер грунта имеет существенное значение при поиске кормовых объектов (Левин, 2006).

Основным кормом сеголетков в период съемок являлись многощетинковые черви *Hediste diversicolor* — ценный корм для бентосоядных рыб, в частности молоди осетровых (Степанюк, 1966).

Дополняли рацион ракообразные, в основном мизиды (*Paramysis baeri*, *P. ullskyi*), гаммариды (*Stenogammarus similis*,

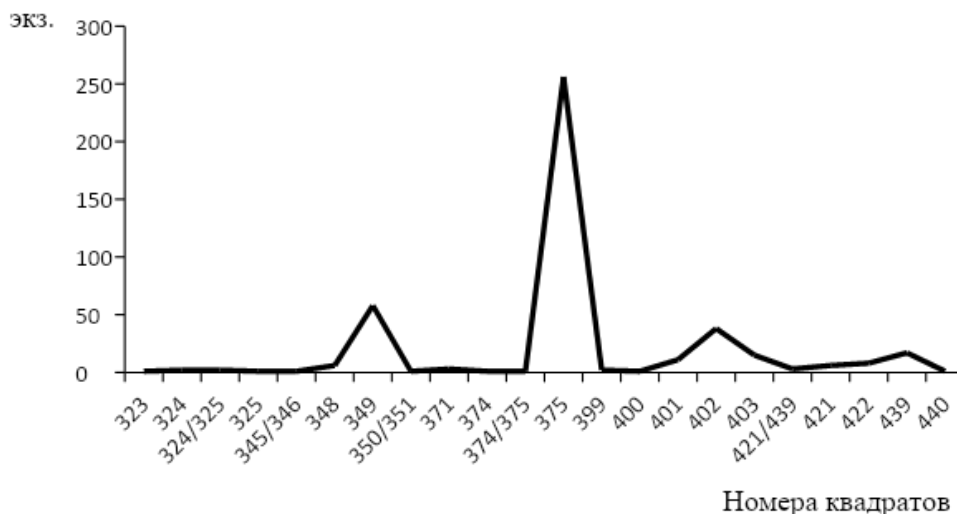


Рис. 2. Уловы молоди русского осетра (экз.) по квадратам в северной части Каспийского моря в 2015—2018 гг.

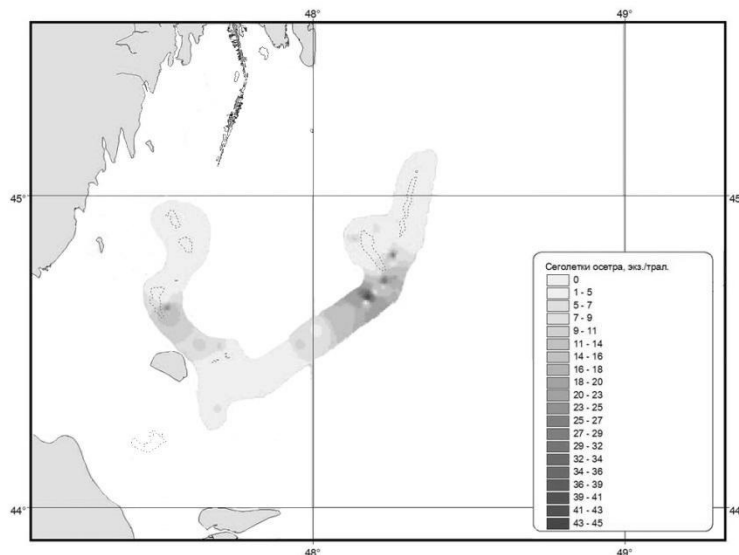


Рис. 3. Распределение молоди русского осетра в северной части Каспийского моря в 2015–2018 гг.

St. macrurus), доля которых составила 12,0 и 4,3% соответственно (рис. 4). По литературным данным у молоди русского осетра за 12–18 ч усваивается до 68% энергии пищи, состоящей из гаммарид (Биргер, 1961), что определяет высокую энергетическую ценность этого вида корма, несмотря на низкую его долю в пищевом комке. Реже в желудках молоди встречались кумовые раки (*Pterocuma pectinata*) и краб *Rhithropanopeus harrisi*. В пищевом комке отмечен также грунт (ра-

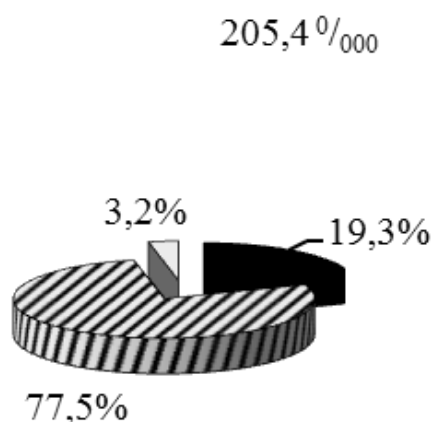


Рис. 4. Спектр питания сеголетков осетра (в % от массы пищевого комка) в северо-западной части Каспийского моря в августе-сентябре 2015–2018 гг.: (■) — ракообразные, (▨) — черви, (□) — прочие.

куша и песок), что является сопутствующим компонентом. Интенсивность питания сеголетков в 2015–2018 гг. характеризовалась средней величиной — 205,4⁰/000.

Интенсивность питания мелких сеголетков (13–20 см) была низкой, и составила в среднем 63,0⁰/000. Эта группа молоди была отловлена в августе на выходе из Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК), примерно через месяц после окончания выпуска молоди рыболовными заводами (рис. 5 А). Скорость расселения сеголетков с низким показателем интенсивности питания с длиной тела 13–15 см (самые мелкие в этой группе, составляющие 55%) была незначительна, они локализовались вблизи ВКМСК (квадраты 348, 400, 402, 422).

Высокими значениями общих индексов наполнения желудков характеризовались особи длиной более 20 см (рис. 6). Согласно литературным данным (Молодцова, 1997), с увеличением длины тела сеголетков осетра в их питании повышается роль nereid. В рационе молоди этой возрастной группы на долю nereid приходилось 82,0%. Участки нагула были сосредоточены в кормных районах в квадратах 349 и 375, где было сконцентрировано 67% молоди длиной 21–25 см (рис. 5 Б).

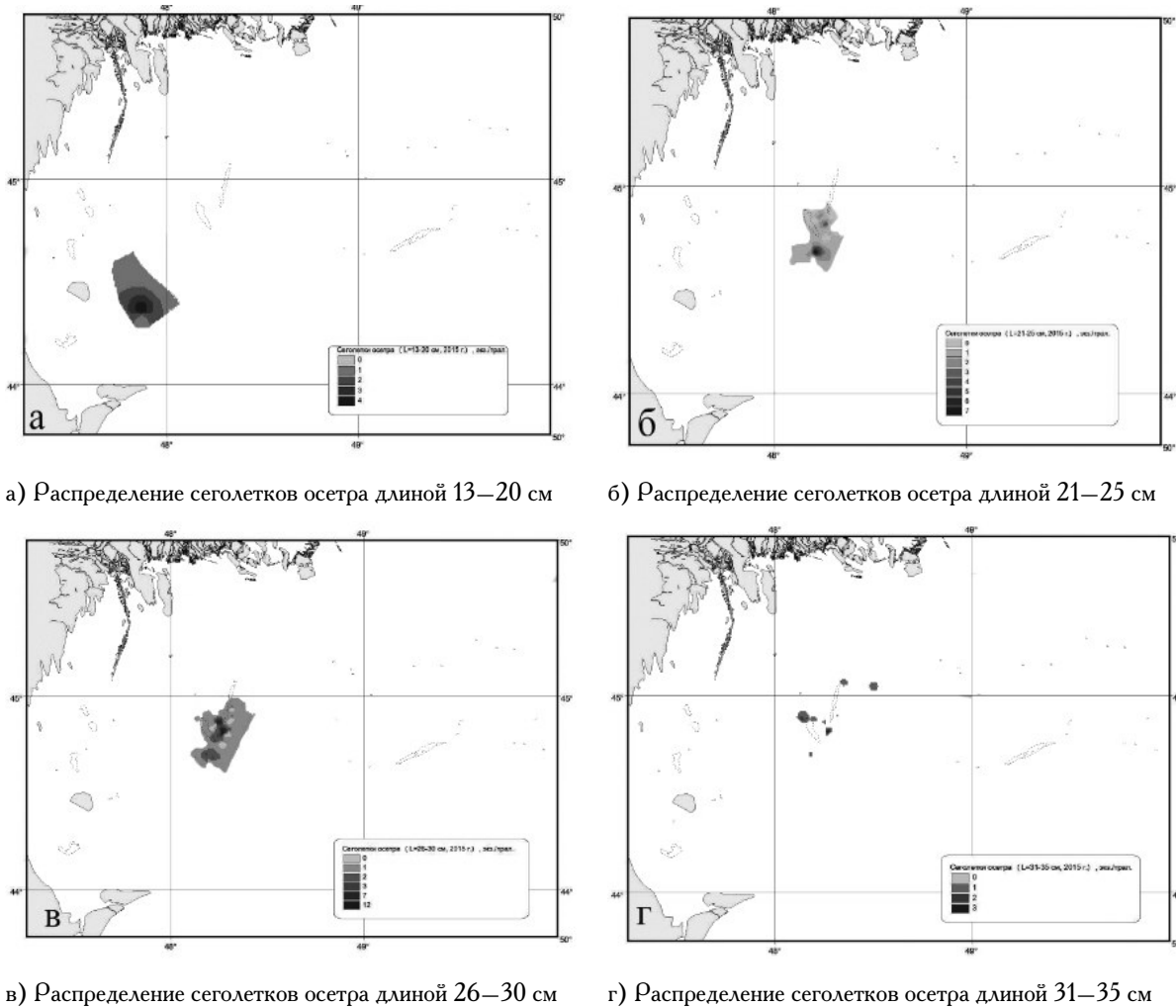


Рис. 5. Распределение сеголетков русского осетра различных размерных групп в западных районах Северной части Каспийского моря

Большая часть сеголетков с длиной тела 26–30 см (87%) была отловлена на мелководных участках (рис. 5 В) в квадратах 349, 375 с глубинами до 4–6 м, где в 2015–2018 гг. общий индекс наполнения желудка превышал $200^{0/000}$ (рис. 7). Биомасса доминирующего объекта питания *H. diversicolor* составляла $4,5 \text{ г/м}^2$.

В приглубой части исследованной акватории индексы наполнения желудков у сеголетков были ниже. Крупнофракционная структура грунта (например, ракушка) оказывает отпугивающее воздействие на молодь. Контакт с грунтом становится прерывистым, эффективность добывания пищи резко снижается, даже при высокой численности кор-

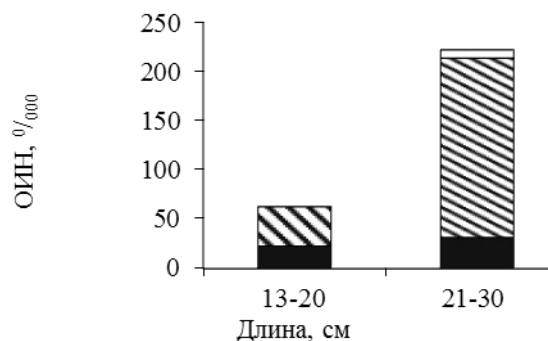


Рис. 6. Состав пищи разноразмерных сеголетков русского осетра в западных районах Северной части Каспийского моря, август–сентябрь 2015–2018 гг.: (■) — ракообразные, (▨) — черви, (□) — прочие. ОИЖ — общий индекс наполнения желудка.

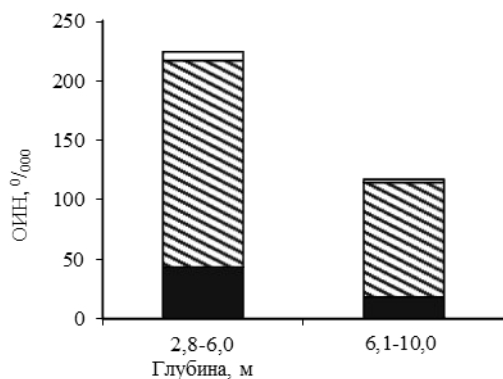


Рис. 7. Состав пищи сеголетков осетра в зависимости от глубины на местах нагула, август-сентябрь 2015–2018 гг.: (■) – ракообразные, (▨) – черви, (□) – прочие.

мовых организмов, находящихся внутри раковин (Левин, 2006).

Самые крупные сеголетки в период съемок достигали длины 31–35 см и массы более 100 г и составили 12,5% от общей численности. Более 54% этих сеголетков предпочитали участки с наиболее доступным кормом, расположенные в квадратах 349 и 375 (рис. 5 В).

Таким образом, анализ показал, что высокая интенсивность питания наблюдалась у молоди с длиной тела более 21 см. Сравнение размеров группы молоди (23–25 см) в августе (А) и сентябре (С) показало, что соотношение длины и массы тела рыб в группе А описывается уравнением $y=0,0003x^{3,8172}$, где x – длина тела (см), y – масса тела (г), а в группе С – $y=0,0036x^{2,9923}$. Эти данные свидетельствуют, что в быстрорастущей группе А весовой рост был более интенсивным, чем в медленнорастущей группе С. Молодь, выпущенная с ОРЗ при навеске менее 3 г, только в сентябре достигает длины тела 23–25 см, в то время как более крупная молодь имеет такие показатели уже в августе при высоком показателе степени (3,8172) в уравнении. Таким образом, более высокая начальная масса выпускаемой молоди во многом определяет места расселения молоди по кормовым площадкам и определяет темп роста молоди в северной части Каспийского моря.

Одним из наиболее важных и дискуссионных вопросов до сих пор является реальный вклад искусственного воспроизводства осетровых в пополнение природных популяций и оптимальная масса выпускаемой молоди.

В сложившихся условиях, при отсутствии в предыдущие годы массового мечения молоди с использованием генетических маркеров, одним из показателей вклада разноразмерной молоди может служить коэффициент промвозврата.

По имеющимся данным о количестве выпущенной молоди осетра рыболовными предприятиями Астраханской области в 2015 г., рассчитали возможную численность рыб в промысловом возврате от молоди разных весовых групп (табл. 1).

Градация по группам сделана на основании имеющихся коэффициентов промвозврата, утвержденных приказом Росрыболовства от 25 ноября 2011 г. № 1166.

По данным таблицы 1 можно отметить, что самое высокое значение ожидаемого промвозврата наблюдается у второй, наиболее массовой группы рыб. По расчетам из 23 млн. молоди массой 2–4 г в промвозврате можно ожидать 280 тыс. экз., а если выпустить 23 млн. экз. массой 50 г, то в промвозврате можно было бы ожидать не 280 тыс., а 13 млн. особей, т.е. в 46 раз больше. Это уже значительный вклад в пополнение популяции русского осетра, но и дополнительные финансовые затраты примерно в течение двух месяцев.

Предложенный расчет приблизительный, т.к. полученные различными способами (Константинов, 1954; Макаров, 1964; Кряжев, Чебасов, 1979; Подушка, 1982; Левин и др., 2002) коэффициенты промыслового возврата заводской молоди могут изменяться по годам в зависимости от соблюдения биотехники выращивания, качества производителей, численности и массы выпускаемой молоди, антропогенных факторов и других причин. Поэтому в настоящее время одним из перспективных направлений по уточнению выживаемости молоди, выпускаемой с ОРЗ,

Таблица 1. Группы разноразмерной молоди осетра, выпущенной в р. Волгу в 2015 г. и ожидаемый промысловый возврат

Группы молоди	Колебания массы разноразмерных групп, г	Коэффициент промвозврата (КПВ), Приказ Росрыболовства от 25 ноября 2011 г. № 1166	Количество молоди, тыс. экз.	Ожидаемый промвозврат, тыс. экз.
1	0,5–1,5	0,4*	4208,3	16,833
2	3,0 (2,0–4,0)	1,2	23358,8	280,305
3	5,0 (4,5–7,0)	1,5	2863,0	42,945
4	10,0 (7,5–10,0)	2,8	221,6	6,205
5	20,0 (21–30)	22,4	10,0	2,24
6	50,0 (41–50)	57,3	10,0	5,73

Примечание: * – КПВ утвержденный Ученым советом ВНИРО, протокол от 9 июня 1993 г. № 8.

а, следовательно, и коэффициента промыслового возврата, может быть формирование базы данных генетических, рыбоводных характеристик и схем скрещивания производителей осетровых рыб, используемых в целях искусственного воспроизводства.

С 2004 г. до 2015 г. специализированные съемки по оценке численности сеголетков осетровых в Северном Каспии не проводились. Но, ежегодно в летней осетровой съемке сотрудники ФГБНУ «КаспНИРХ» отмечали, что с начала выпуска укрупненной молоди в траловых уловах размерно-весовой ряд сеголетков стал расширяться. Если с 2001 по 2008 гг. (т.е. до начала выпуска крупной молоди научно-экспериментальной базой (НЭБ) «БИОС») максимальная масса молоди в траловых уловах не превышала 70 г, то с 2009 по 2015 гг. этот показатель в летний период достигал 100 г, а во второй декаде сентября – 158 г (табл. 2).

В 2004 г. увеличение численности сеголетков в уловах связано с проведением Международной съемки в Каспийском море (более половины от общей численности сего-

летков было отловлено в водах, прилегающих к Республике Иран и Республике Азербайджан), в 2007 г. – с высокими расходами воды (7230 м³/с) и скоростью течения реки Волги в период массового ската молоди, по сравнению с 2006 г. (5900 м³/с), при значительных объемах выпуска осетра в эти годы (48,7 и 54,7 млн. экз. соответственно). Кроме того, молодь выпуска 2007 г. в траловых уловах имела более высокую среднюю массу – 30,4 г, по сравнению с молодь 2006 г. – 16,0 г, что дополнительно позволило молоди избежать пресса хищников.

По результатам учетных съемок можно положительно оценить работу предприятий, выпускающих молодь осетровых рыб, в том числе и укрупненной навески с конца 2000-х гг. С 2010 по 2014 гг. средняя масса молоди в траловых уловах определялась, в том числе, и количеством выпускаемых рыб с НЭБ «БИОС» массой от 100 до 200 г (табл. 3).

В 2010 г. на НЭБ «БИОС» выпуск молоди до 200 г составлял 0,1%, средняя масса сеголетков в траловом улове не превы-

Таблица 2. Уловы, выпуск и линейно-весовые показатели молоди осетра в период проведения летних и специализированных съемок по оценке численности осетровых в северной части Каспийского моря

Годы	Выпуск молоди осетра ОРЗ, млн. экз.	Пределы варьирования массы, г	Пределы варьирования длины, см	Количество тралений	Количество отловленной молоди, экз.
2001	27,7	20–69	18–27	175/98*	5/2*
2002	39,2	13,7–28	14–22	334/86*	2/3*
2003	27,1	18,5–40	17,5–26	358/21*	8/3*
2004	35,0	13–50	18–26	385	33
2005	40,8	8–16	16–18	331	3
2006	54,7	7–32	13–22	368	11
2007	48,7	13–63	16–28	129	35
2008	43,9	22–40	19–25	139	4
2009	20,9	16–39	17–25	162	5
2010	35,8	5–40	11,5–26	181	22
2011	24,8	16–70	16–28	182	9
2012	20,9	10–30	13–23	213	7
2013	31,5	15–100	15–31	187	25
2014	36,1	12–75	16–31	182	26
2015	34,5	7–158	13–35	138/52*	27/88*
2016	36,1	10–123	14–32	140/118*	39/197*
2017	31,7	7–95	12–28	97/118*	20/97*
2018	29,3	12–117	15–32	116/94*	47/53*

Примечание: * — специализированные съемки по учету молоди осетровых

шала 25 г. С увеличением доли вышеуказанной группы молоди до 9,1–11,3% в 2011–2012 гг. средняя масса в уловах в эти годы возросла до 62–85 г.

При отсутствии выпуска 101–200 граммовых рыб в 2014 г. средняя масса сеголетков в траловом улове снизилась до 33 г (табл. 3). В 2015 г. проводилась специализированная съемка по учету молоди, по результатам которой средняя масса сеголетков в августе-сентябре составила 38,3 и 77 г соответственно. Относительная численность

молоди в траловом улове достигала 1,7 экз./траление, что на уровне результатов 1997 г.

Таким образом, по результатам съемок можно констатировать, что за последние пять-шесть лет численность сеголетков за счет деятельности рыбоводных заводов значительно возросла, что дает надежду на рост в будущем и промыслового запаса.

Основанием служит увеличение количества молодых рыб в неводном лове. Доля «пополнения» среди мигрирующих производителей русского осетра в 2015 г.

Таблица 3. Количество выпущенной молоди различных весовых групп с НЭБ «БИОС»

Годы	Общий выпуск, тыс. экз.	Выпуск молоди с массой тела от 10 до 100 г, тыс. экз., %	Выпуск молоди с массой тела от 101 до 200 г, тыс. экз.; %	Средняя масса сеголетков в траловом улове, г
2010	769,600	769,046	0,553	24,3
		99,9%	0,1%	
2011	634,277	299,631	57,846	85,3
		47,2%	9,1%	
2012	691,069	232,6	78,076	62,2
		33,6%	11,3%	
2013	643,669	69,636	0,8	31,0
		10,8%	0,1%	
2014	382,579	270,393	-	33,0
		70,6%	-	

достигла 82%. Такой показатель не является примером благополучия популяции, т.к. в период максимальных уловов в количестве 13 тыс. т доля пополнения не превышала 12%, но и не свидетельствует о крайнем, невосполнимом истощении запасов. Увеличение доли молодых рыб в уловах происходит как за счет изъятия старшевозрастных групп (контролировать ННН-промысел на акватории, принадлежащей пяти различным государствам очень сложно), так и за счет молоди, выпущенной с ОРЗ, т.к. данные о масштабах естественного воспроизводства свидетельствуют о сокращении ската личинок с нерестилищ и, соответственно, промыслового возврата. Доля искусственно выращенного русского осетра в уловах на тоневых участках в 2015–2018 гг. достигла 80%.

С начала 2000-х гг. ежегодный выпуск молоди значительно варьировал. В последние годы выпуск молоди русского осетра превышает 30 млн. экз. (табл. 2).

Скат молоди, выпущенной с осетровых рыбоводных заводов, проходит в основном по ВКМСК (Волго-Каспийский морской судоходный канал), на котором располагаются рыбопромысловые участки. В период основного ската молоди (июль, август) тоневые участки не работают, за исклю-

чением 1–3 участков, занятых заготовкой производителей для целей искусственного воспроизводства. С начала выпуска укрупненной молоди увеличился ее вылов неводами. Сотрудники ФГБНУ «КаспНИРХ» в период проведения мониторинговых работ на тоневом участке «Глубокая», расположенном на западном судоходном рукаве Волги — Бахтемир в 25 км от НЭБ Центр «БИОС» (рис. 8), отмечали высокую численность сеголеток русского осетра в период с 30 июля по 27 августа 2015 г.

По срокам вылова и биологическим показателям сеголетки в уловах на тоне «Глубокая» подходят в большей степени к молоди, выращенной на НЭБ «БИОС» и выпущенной после 22 июля 2015 г., так как средняя навеска выпускаемой молоди в этот период варьировала от 30 до 68 г, а так же, возможно, к молоди от естественного нереста, массовый скат которой в дельте продолжается до 2-ой декады августа. Максимальный вылов отмечали в первой пятидневке августа (30 экз.), с последующим снижением до 1 экз. в шестой пятидневке.

Средняя масса молоди в уловах по пятидневкам изменялась от 34 г (1–5 августа) до 70 г (21–27 августа) при средней длине 21 и 26,5 см соответственно (рис. 9).

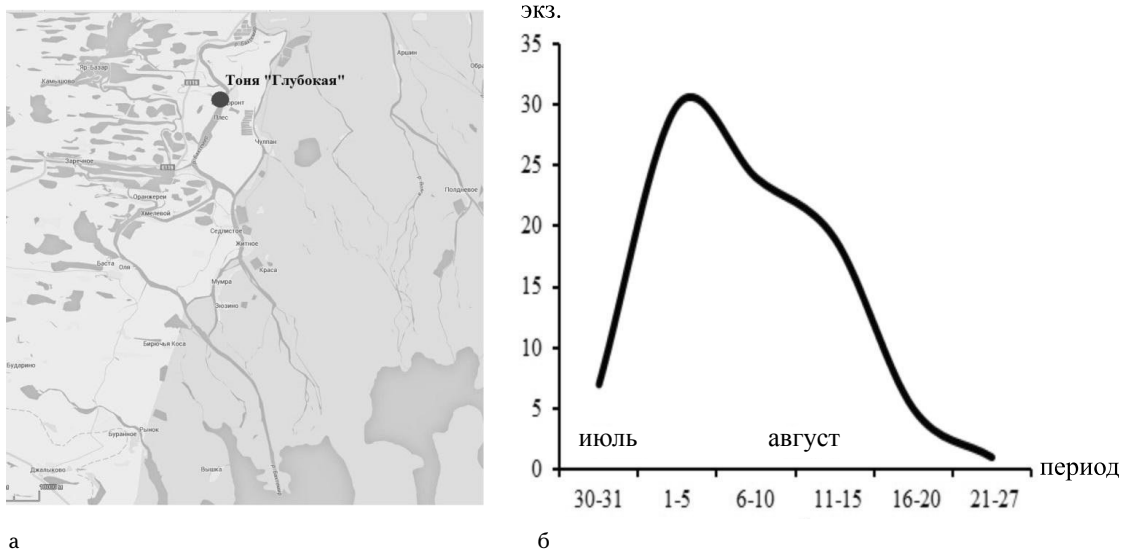


Рис. 8. Расположение тоневого участка «Глубокая» в дельте р. Волга: а) динамика вылова молоди осетра; б) в 2015 г. (экз./притонение)

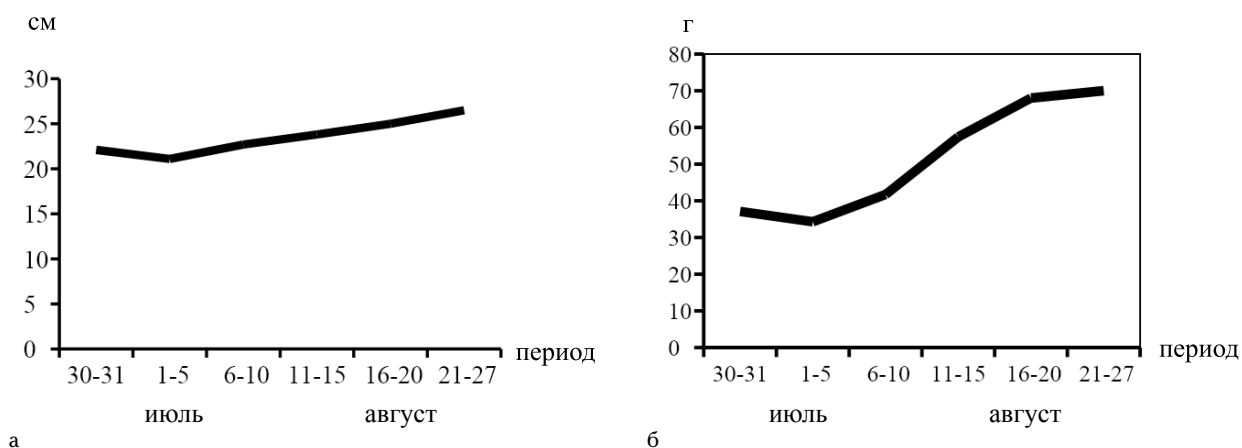


Рис. 9. Биологические показатели молоди русского осетра, отловленной на тоневом участке «Глубокая» в летний период 2015 г.: а — абсолютная длина (см), б — масса тела (г)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ежегодно популяция осетровых рыб в Каспийском бассейне пополняется за счет заводской молоди. По материалам, предоставленным на заседаниях Комиссии по водным биоресурсам, выпуск молоди осетровых Российской Федерацией был наибольшим, по сравнению с другими республиками, и в 2015–2017 гг. превысил 68% (табл. 4).

Выпускаемая молодь встречается как в неводных, так и в траловых уловах. В период исследований в рамках программы «Осе-

тровые Каспия» 2015–2018 гг. в районе исследования основные концентрации были сосредоточены в местах с песчаным и песчано-ракушечным грунтом (квадраты 349, 375, 402), где отловлено 80,9% сеголетков от общего числа выловленной молоди.

Высокими значениями общих индексов наполнения желудков характеризовались особи длиной свыше 20 см, с доминированием в рационе нереид, калорийность которых высока (5,25 ккал/г сухого вещества). На наш взгляд, это связано с тем, что более

Таблица 4. Соотношение количества выпускаемой молодежи осетровых прикаспийскими государствами

Годы	Показатели	Российская Федерация	Азербайджанская Республика	Республика Казахстан	Исламская Республика Иран	Итого
2013	млн. экз.	34,15	4,03	7,76	2,19	48,13
	%	70,9	8,4	16,1	4,6	100
2014	млн. экз.	38,52	6,77	7,15	3,03	55,47
	%	69,4	12,2	12,9	5,5	100
2015	млн. экз.	36,88	6,52	7,40	3,18	53,98
	%	68,3	12,1	13,7	5,9	100
2016	млн. экз.	38,7	7,6	7,0	2,5	55,8
	%	69,4	13,6	12,5	4,5	100

крупная молодежь, выпущенная с ОРЗ в ранние сроки, имеет возможность расселяться по кормным биотопам, тем самым увеличивая свой суточный рацион. Кроме того, температура придонного слоя воды в августе значительно выше, чем в сентябре (разница составляет 4–6⁰С), что также влияет на эффективность использования пищи. С начала выпуска укрупненной молодежи ее вылов активными орудиями лова возрос, существенно увеличились их средние размеры и масса, которые, по имеющимся данным, зависели от количества и качественных характеристик выпускаемой молодежи. Восстановление численности осетровых в настоящее время в большей степени зависит от выпуска молодежи ОРЗ, чем от естественного воспроизводства. Ответ на вопрос в каком количестве, и с какими линейно-весовыми показателями выпускать молодежь в настоящее время может дать генетическое мечение молодежи, получаемой на осетровых рыбободных заводах.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят сотрудников лаборатории осетровых рыб Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») И.В. Коноплеву и И.А. Сафаралиева, принимавших участие в комплексных и специализированных траловых съемках по учету численности сеголетков осетровых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беляева В.Н. Количественный учет сеголетков осетровых в дельте Волги и Северном Каспии // *Вопр. ихтиологии*. 1965. Т. 5. № 3. С.496–503.
- Биргер Т.И. Кормовая ценность бесхребетных для рыб. Киев: Изд-во АН УССР, 1961. 110 с.
- Будаев С.В., Сбикин Ю.Н. Оборонительные реакции молодежи севрюги на приближающиеся объекты // *Морфология, экология и поведение осетровых*. М.: Наука, 1989. С. 194–198.
- Власенко А.Д. Особенности формирования численности осетровых рыб Каспийского бассейна в современных условиях // *Осетровое хозяйство водоемов СССР*. Астрахань: Изд-во «Волгоградская правда», 1989. С. 52–55.
- Власенко А.Д., Васильева Т.В., Лепилина И.Н. Современное состояние и перспективы восстановления запасов белуги в Каспийском бассейне // *Рыбн. хоз-во*, 2013. № 6. С. 37–45.
- Касумян А.О., Тауфик Л.Р. Поведенческая реакция молодежи осетровых рыб (Acipenseridae) на аминокислоты // *Вопр. ихтиологии*. 1993. Т. 33. № 5. С. 691–700.
- Константинов К.Г. О мнимой вредности аномалий обонятельной капсулы у осетровых рыб // *Рыбн. хоз-во*, 1954. № 6. С. 62–63.

Кряжев А.И., Чебасов Л.В. К вопросу определения коэффициента промыслового возврата путем мечения молоди осетровых // Тезисы и рефераты II Всесоюз. совещания. Астрахань, 1979. С. 123–124.

Левин А.В. Поведение и распределение молоди русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt в западной части Северного Каспия на первом году жизни: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ им. А.Н. Северцова, 1984. 24 с.

Левин А.В. Динамика распределения и численность сеголеток и годовиков осетра и севрюги в Северном Каспии в период нагула // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32. № 3. С. 101–109.

Левин А.В. Экология и поведение молоди осетровых рыб в Волго-Каспийском регионе. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006. 228 с.

Левин А.В., Кокоза А.А., Бурыкин М.В. Выживаемость и рост молоди осетровых на первых этапах морского периода жизни // Воспроизводство запасов осетровых рыб в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. М.: ВНИРО, 1987. С. 65–75.

Левин А.В., Кокоза А.А. О выживаемости и росте заводской молоди осетровых в Каспийском море // Морфология, экология и поведение осетровых. М.: Наука, 1989. С. 102–112.

Левин А.В., Сафаралиев И.А., Коплева И.В. Выживаемость выпущенной с ОРЗ молоди осетровых различных навесок во время миграции до устья р. Волги // Рыбхозхозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 г. Астрахань, 2002. С. 444–450.

Макаров Э.В. Оценка выживания осетровой молоди, выращиваемой донскими рыбозаводами // Труды ВНИРО. 1964. Т. 56. С. 141–170.

Молодцова А.И. Питание сеголеток осетровых в Северном Каспии» // 10-я Междунар. конф. по промысл. океанол.: Тез. докл. (С. – Петербург, 20–23 мая 1997). М.: ВНИРО, 1997. С. 86.

Пироговский М.И. Некоторые результаты мечения осетра на рыбозаводах в 1969–1971 гг. // Тез. отчет. сессии ЦНИОРХ. Астрахань: Изд-во Волга, 1974. С. 118–119.

Пироговский М.И. К вопросу об эффективности осетроводства в Волго-Каспийском районе // Биологические основы осетроводства. М. 1983. С. 191–199.

Подушка С.Б. Оценка эффективности осетровых работ по аномалии обонятельного органа рыб // Рыбн. хоз-во. 1982. № 12. С. 32–33.

Степанюк И.А. Кормовая ценность нерейса // Рыбн. хоз-во. 1966. № 6. С. 21–22.

**DISTRIBUTION AND NUTRITION OF RUSSIAN STURGEON JUVENILES
(*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*, ACIPENSERIDAE)
IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE CASPIAN SEA**

© 2019 S. V. Shipulin, S. V. Kanat'ev, I. N. Lepilina, E'. Ju. Tikhonova

*Volga-Caspian branch of Institute Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
VNIRO (CaspNIRKH), Astrachan, 414056*

E-mail: lepilina-irina@mail.ru

The article presents study results of the first stage of the Working group Project on measures implementations 2015–2018 of the sub-program № 8 «Development of sturgeon management», in terms of which there has been received preliminary information on Russian sturgeon fingerlings, caught during the period of the trawl survey in the Northern part of the Caspian Sea by common efforts of employees of the Volga-Caspian branch of VNIRO (CaspNIRKH). There were determined main areas of juvenile concentration depending on understratum, forage organisms and biological indicators of juvenile. The work shows food spectrum of different weight group. You can see the data on the appending with due regard to available coefficient of commercial return.

Key words: north-western part of the Caspian Sea, Russian sturgeon fingerlings *Acipenser gueldenstaedtii*, nutrition, forage organisms, zoobenthos, number of juvenile, large-sized fish sample.

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 639.22/23:597.58 (269)

**ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОМЫСЛА АНТАРКТИЧЕСКОГО
И ПАТАГОНСКОГО КЛЫКАЧЕЙ (*DISSOSTICHUS* spp.)
В ВОДАХ АНТАРКТИКИ**

© 2018 А. К. Зайцев, С. Т. Ребик, Н. Н. Кухарев

Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии («АзНИИРХ»), Керчь, 298300

E-mail: zaitsev_a_k@azniirkh.ru

Поступила в редакцию 05.12.2018 г.

В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные с распределением и промыслом патагонского и антарктического клыкачей. Отмечается, что промысловый запас (часть общего запаса, состоящая из особей, достигших промыслового возраста) патагонского клыкача сконцентрирован в основном в пределах 200-мильных экономических зон прибрежных и островных государств Южного полушария регулируется законодательствами прибрежных стран (Франция, Австралия, Чили и др.). За пределами 200-мильных экономических зон промысловые скопления этого вида складываются из немногочисленных мелких единиц запаса рассредоточенного почти во всей зоне АНТКОМ. Промысловый запас антарктического клыкача сосредоточен в пределах зоны АНТКОМ. Отмечается, что образование морских охраняемых районов (МОР), в частности в море Росса, не способствует развитию промысла данного вида. Создание охраняемых районов, включая их границы, цели и задачи, должно обеспечиваться научно-информационной базой, позволяющей получить объективные данные для их образования. Биоресурсы Антарктики должны оставаться общедоступными, а не изолированными из-за образования МОР. В противном случае огромная биологическая продуктивность Антарктики и ее биоресурсы станут фактически недоступными для большинства государств-членов Антарктической Комиссии.

Ключевые слова: Антарктика, клыкачи, *Dissostichus mawsoni*, *Dissostichus eleginoides*, промысел, АНТКОМ, морской охраняемый район (МОР).

ВВЕДЕНИЕ

Антарктический (*Dissostichus mawsoni*) и патагонский клыкач (*Dissostichus eleginoides*) обеспечивают современный рентабельный ярусный промысел в Южном океане. Ареалы обитания видов часто перекрываются в областях, граничащих с зоной Антарктической Конвергенции (Юхов, 1982; Шуст, 1998; Brooks, Ashford, 2008; Петров, 2011; Петров, Сытов, 2016).

Как известно, промысел клыкачей в водах Антарктики находящийся под контролем АНТКОМ (в зоне Конвенции), является лицензионным и может производиться только судами стран-участниц Конвенции,

в соответствии с предварительно поданными уведомлениями о намерении принять участие в промысле. При этом, в островных экономических зонах Франции, Австралии, Южной Африки и Великобритании, в пределах зоны АНТКОМ промысел патагонского клыкача регулируется Мерами по сохранению (Список действующих мер по сохранению сезон 2017–2018 г). Промысел клыкачей за пределами зоны АНТКОМ не лицензируется и проводится судами любых стран. Тем не менее, он осуществляется в рамках деятельности Коалиции законных операторов промысла клыкача (COLTO – Coalition of Legal Toothfish Operators), насчитывающей

22 компании из 9 стран, добывающих около 80% легального вылова клыкача. В рамках COLTO осуществляются прозрачные коммерческие операции на рынках по правилам АНТКОМа, что эффективно содействует сокращению ННН (незаконного, нерегистрируемого и нерегулируемого) промысла (Отчет 23 совещания Научного Комитета АНТКОМ, 2004).

В последнее время наметилась тенденция к сокращению промысловых площадей в наиболее продуктивных районах Антарктики в связи с их переориентацией под исследовательские участки, образованием морских охраняемых районов (МОР) и выведением из промысла значительной части акватории под предлогом отсутствия данных по состоянию популяции. Эта тенденция началась с 2005–2006 гг., когда под предлогом эксперимента по мечению закрыли ряд SSRU (мелкомасштабная исследовательская единица в зоне АНТКОМ) (Петров, Сытов, 2016).

Морские охраняемые районы могут стать эффективным инструментом сохранения морских биоресурсов Антарктики, но только в том случае, если они будут создаваться в рамках согласованной системы, на основе

объективных научных данных, критериев, рекомендаций и подробной биорегионализации Южного океана (Касаткина, 2018).

В настоящей работе обсуждаются проблемы современного промысла клыкачей при создании системы МОРов в водах Антарктики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для подготовки работы послужили данные, представленные в доступных материалах АНТКОМ, (отчетах рабочих групп, Научного Комитета и Комиссии; Мерах по сохранению; статистических бюллетенях), а также в статистике океанического промысла ФАО (FishStat, 2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из ныне осваиваемых промысловых ресурсов Антарктики, особый интерес представляют ресурсы антарктического кряля и клыкачей. В водах Антарктики обитают два вида клыкачей: патагонский (*Dissostichus eleginoides*) и антарктический (*Dissostichu mawsoni*) (рис.1). Ареалы видов часто перекрываются в областях, граничащих с зоной

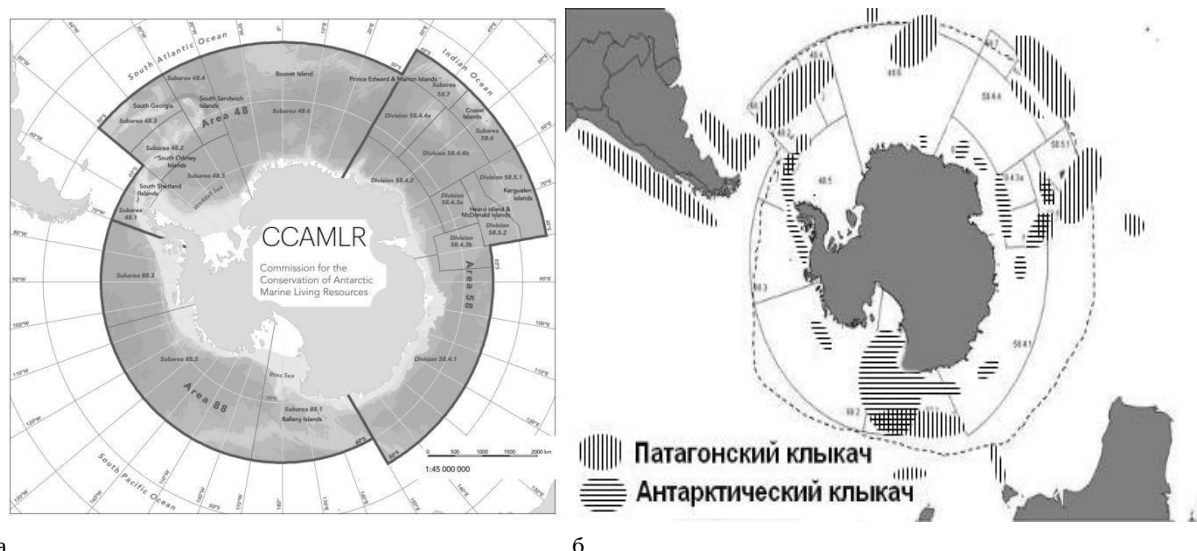


Рис. 1. Районирование зоны конвенции АНТКОМ (а) (www.ccamlr.org) и схема распространения клыкачей в водах Антарктики и субантарктики (б) (Hanchet, 2010).

Антарктической Конвергенции. Это хорошо просматривается на банках Элан и Банзаре и в области к северу от моря Росса, где в уловах встречаются оба вида (Юхов, 1982; Шуст, 1998; Петров, 2011; Петров и др., 2016; Петров, Сытов, 2016).

Патагонский клыкач обитает циркумполярно в водах субантарктики, к северу от зоны Антарктической Конвергенции. Южная граница его ареала точно не определена, но, считается, что этот вид не встречается в водах с температурой ниже $+1^{\circ}\text{C}$, что в большинстве районов соответствует примерно 57° ю.ш. (Dewitt et al., 1990; CCAMLR, 2018). Однако есть литературные данные, свидетельствующие о поимке взрослых особей патагонского клыкача в районе 70° ю.ш. в море Росса (Шуст, Петров, 2009).

Антарктический клыкач также обитает циркумполярно, но преимущественно в водах высокоширотной Антарктики, чаще всего встречаясь южнее 60° ю.ш. в районах континентального шельфа Антарктиды, включая Антарктический полуостров. Область распространения и промысел антарктического клыкача находится за пределами экономических зон государств. Южная граница распределения вида определялась, в основном глубинами обитания, но реально доходит в отдельных районах до 78° ю.ш. (CCAMLR, 2018).

По данным многих исследователей (Юхов, 1982; Шуст, 1998; Dewitt et al., 1990; Hanchet, 2010; Петров, 2011; Петров, Татарников 2011; Петров, Гордеев, 2015), основная часть запаса антарктического клыкача сосредоточена в приматериковых морях Антарктики. В настоящее время известны промысловые концентрации клыкача в морях Росса, Амундсена и Уэдделла (Петров и др., 2014). Ранее его промысел также велся и в индоокеанском секторе Антарктики — в морях Дейвиса и Дюрвиля. Перспективным для промысла может быть и район моря Беллинсгаузена в Тихом океане.

В настоящее время клыкачи, как объект промысла, являются одними из наиболее

востребованных на мировом рынке представителями морских живых ресурсов Антарктики. По ассортименту продукции, получаемой из клыкачей, оба вида практически не отличаются. Они стали ценными объектами промысла из-за своих размеров, высокой жирности и высоких вкусовых качеств мяса. Мясо клыкачей изобилует полиненасыщенными жирными кислотами Омега 3, витаминами В1, В2, кальцием (www.fitnesslair.ru, 2018).

Продукция из клыкача экспортируется в такие страны как Китай, США, Японию, Южную Корею и ряд стран Южной Америки и Европы. Направление экспорта часто зависит от размеров рыб и вида продукции.

Патагонский клыкач Хорошо известны и активно используются промыслом запасы патагонского клыкача на шельфовых склонах Чили и Аргентины на островных шельфах о. Южная Георгия и Южных Фолклендских островов, банке Бердвуд в Атлантике, островов Кергелен, Крозе, Хёрд и банках Обь, Лена, Элан и Банзаре в Индийском океане, у о. Маккуори и на поднятиях дна тихоокеанской зоны Субантарктики. По доступности для промысла запас патагонского клыкача можно разделить на три категории, находящиеся под различными режимами управления:

1. Величина допустимого вылова в пределах 200-мильных экономических зон прибрежных и островных государств Южного полушария, который регулируется АНТКОМ в размерах ОДУ определенного Мерами по сохранению (Список действующих мер по сохранению сезон 2018–2019 гг.). Данные страны осуществляют лишь коммерческую деятельность в отношении выделенного АНТКОМ ресурса.

В настоящее время этот ресурс (при покупке лицензии) доступен судам под флагом Новой Зеландии, Чили, ЮАР и Австралии, а также для экспедиционного промысла в Южной части Атлантики — вокруг о. Южная Георгия и Южных Сандвичевых островов, находящихся под управлением Ве-

ликобритании. Значительный ресурс патагонского клыкача имеется в Индоокеанских водах — в пределах 200-мильных экономических зон Франции и Австралии. Эти запасы недоступны для освоения иностранному флоту, так как данные страны не разрешают добычу клыкача иностранным судам и развивают собственный промысел.

2. Ресурсы клыкача за пределами 200-мильных экономических зон в пределах зоны регулирования АНТКОМ. Этот ресурс складывается из немногочисленных мелких единиц запаса рассредоточенного почти во всей зоне АНТКОМ.

3. Ресурсы клыкача за пределами 200-мильных экономических зон и зоны регулирования АНТКОМ.

По данным статистики ФАО (FishStat, 2018), начиная с 2005 года, вылов патагонского клыкача колебался в пределах 21,5–24,5 тыс. т за календарный год, составляя 85% от общего вылова клыкачей (рис. 2, 3) и имеет небольшую тенденцию к снижению.

Половина (49%) мирового вылова патагонского клыкача добывается в зоне АНТКОМ — в экономических зонах Австралии (подрайон 58.5.2), Франции (подрайон 58.5.1) и ЮАР (подрайон 58.7). При этом 76% от этой части вылавливается

в секторе Индийского океана и 24% в секторе Атлантического океана.

Вторая половина (51%) мирового вылова добывается за пределами зоны АНТКОМ. Из них 62% вылавливается на юге Атлантического океана (ЮЗА) (о. Южная Георгия и Южных Фолклендских островов) и 38% на юге Тихого океана (в основном ИЭЗ Чили).

В период с 2009 по 2016 гг. ежегодный ОДУ для установившегося промысла у островов Кергелен и Крозе, определяемый АНТКОМ, суммарно составляет 5,8 тыс. т (5,0 и 0,8 тыс. т соответственно). Ежегодно квотируемый вылов клыкача не превышает этой величины (рис. 3). Промысел осуществляют только суда французских компаний.

В экономической зоне Австралии (о-ва Хёрд и Макдональд) целевой промысел клыкача был начат 1997 г. С 1998 по 2008 гг. его вылов имел тенденцию к снижению (с 3,8 до 2,3 тыс. т). В последнее десятилетие вылов практически стабилизировался и имеет небольшую тенденцию к увеличению.

В последнее пятилетие ежегодный ОДУ для установившегося промысла у о. Хёрд, определяемый АНТКОМ, колеблется в пределах 2,7–3,4 тыс. т. Ежегодный вылов клыкача не превышает этой величины и составляет 2,6–2,7 тыс. т

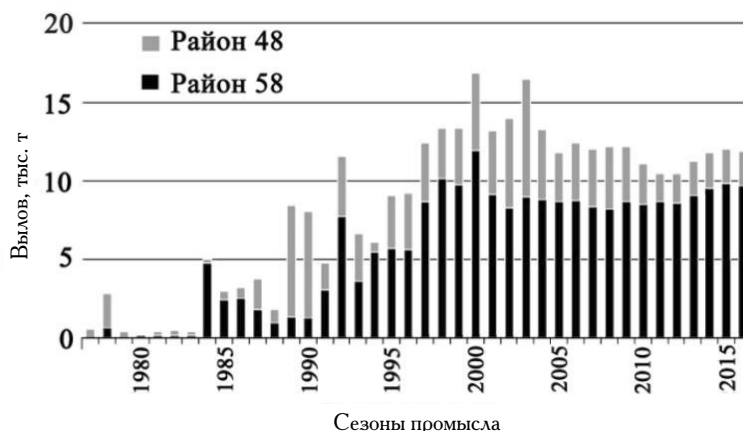


Рис. 2. Динамика вылова патагонского клыкача в Атлантическом (район 48) и Индоокеанском (район 58) секторах Антарктики в 1977–2016 гг. (www.ccamlr.org).



Рис. 3. Вылов патагонского клыкача разными странами в Индоокеанском (район 58) секторе Антарктики (FishStat, 2018).

(рис. 3). Промысел осуществляют три судна на Австралии.

В Юго-Западной Атлантике и Атлантической части Антарктики (район ФАО 48) траловый промысел патагонского клыкача был начат в 1977 г. советскими и польскими судами.

В атлантическом секторе Антарктики под управлением АНТКОМ находится подрайон 48.3 (о. Южная Георгия и Южные Сандвичевы острова (морская зона Великобритании)). Вылов в данном подрайоне в пе-

риод с 2009 по 2016 гг. колеблется в пределах 1,9–2,2 тыс. т. (рис. 4).

За пределами зоны АНТКОМ лов патагонского клыкача в своей экономической зоне осуществляет Аргентина (44% вылова по Антарктическому сектору Атлантики), Фолклендские острова (21%), Уругвай (4%) и Чили (3%). В промысле участвуют суда Республики Корея (5–8 судов, 22% вылова по сектору) и Испании (3–5 судов, 5%).

В целом по региону, в период с 2005 по 2015 г. наблюдается увеличение выло-

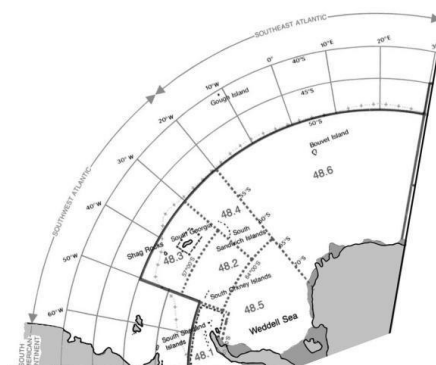


Рис. 4. Динамика годовых уловов патагонского клыкача в Атлантической части Антарктики (CCAMLR Statistical Bulletin, 2018).

ва патагонского клыкача с 4,3 тыс. т до 8,1 тыс. т. (FishStat, 2018; CCAMLR Statistical Bulletin, 2018). Рост вылова обуславливается интенсификацией промысла двух стран: Аргентины в своей экономической зоне и Республики Корея за пределами ИЭЗ (от 2,3 до 3,7 и от 1,1 до 2,0 тыс. т, соответственно) (рис. 5).

В Юго-Восточной части Тихого океана лов патагонского клыкача ведет Чили

в своей ИЭЗ. Чилийский промысел клыкача осуществляется кустарными маломерными судами, которые работают севернее 47° ю.ш. в чилийской ИЭЗ и индустриальными судами которые работают, как к югу от 47° ю.ш. в чилийской ИЭЗ, так и в открытом море, как в пределах, так и вне зоны действия Конвенции (CCAMLR Statistical Bulletin, 2018).



Рис. 5. Динамика годовых уловов патагонского клыкача в Юго-Западной Атлантике (CCAMLR Statistical Bulletin, 2018).

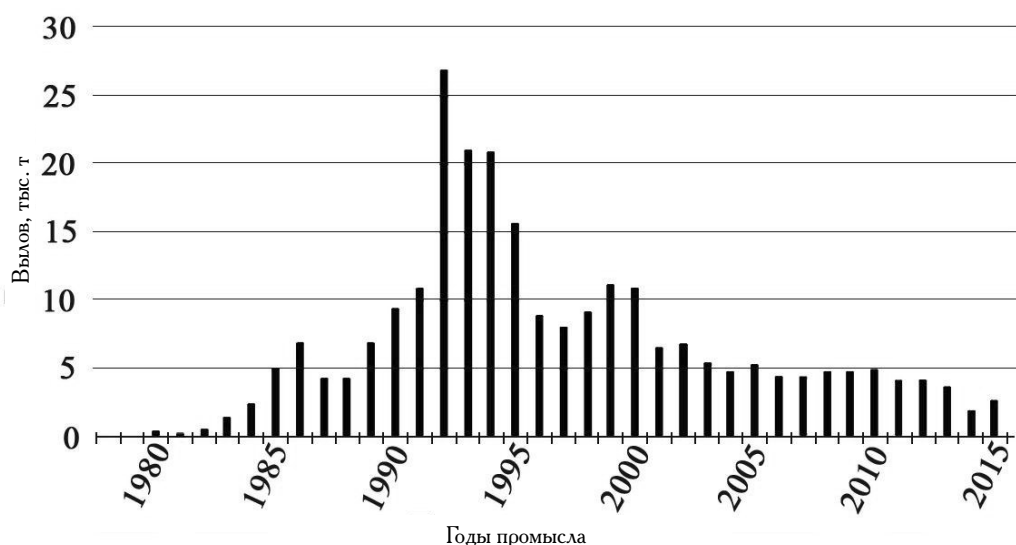


Рис. 6. Динамика годовых уловов патагонского клыкача в Юго-Восточной части Тихого океана (ИЭЗ Чили).

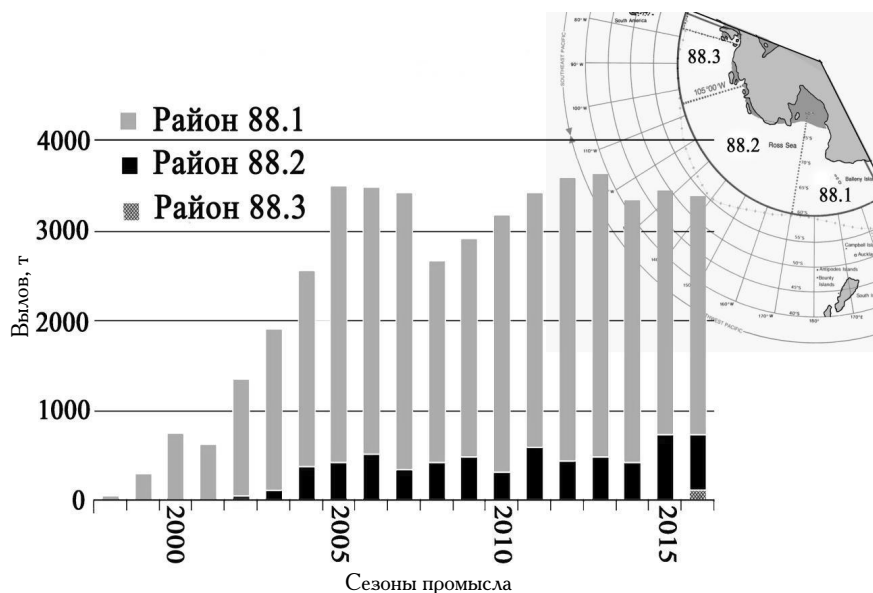


Рис. 7. Динамика мирового вылова антарктического клякача (CCAMLR Statistical Bulletin, 2018).

В ЮЗА в последние годы ОДУ утверждается правительством Чили на уровне близком к 2 тыс. т.

Из анализа статистики промысла патагонского клякача, можно сделать следующие выводы:

1. Запасы патагонского клякача, являются трансграничными;

2. Основные промыслы патагонского клякача сосредоточены в экономических зонах нескольких государств Южного полушария и регулируются Мерами по сохранению АНТКОМ;

3. За пределами зоны Конвенции имеются участки на континентальном и островных шельфах, а также склонах подводных поднятий, где возможно ведение промысла этого вида;

4. Промысел можно вести либо на лицензионной основе в экономических зонах прибрежных государств, либо в качестве поискового в зоне АНТКОМ.

Антарктический клякач. Основной отличительной чертой ареала данного вида является то, что он находится вне экономических зон государств региона. Промысел, как правило, базируется на взрослых половозрелых особях. Представители дан-

ного вида клякача были зарегистрированы на севере до 62° ю.ш. в Атлантическом океане (Южные Шетландские острова), до 57° ю.ш. в Индийском океане и до $60^\circ 40'$ ю.ш. в Тихоокеанском секторе Антарктики. Южная граница распределения вида определяется, в основном, глубинами обитания, но реально доходит до 78° ю.ш. (Юхов, 1982; Шуст, 1998; Brooks, Ashford, 2008; Петров, 2011; Петров, Сытов, 2016).

Вид обладает относительной оседлостью. Многолетние результаты промысла и программы мечения, выполненные в тихоокеанском, индоокеанском и атлантическом секторах Антарктики, предполагают существование отдельных единиц запаса в каждом из этих регионов. Эта гипотеза подтверждается также генетическими (Mugue et al, 2014) и морфометрическими исследованиями. (Smith, Veagh, 2000; Petrov, Tatarnikov 2009).

По данным ФАО (FishStat, 2018), развитие мирового промысла антарктического клякача, начатого в 1997 г., происходило вплоть до 2005 г., после чего его вылов, усилиями АНТКОМ, стабилизировался на уровне около 4,0 тыс. т за календарный год. (Петров, Сытов, 2016). Стабильность промысла обеспечивал так называемый поиско-

Таблица. Вылов клыкачей в подрайоне 88.1 (регион м. Росса, АЧТО) (CCAMLR Statistical Bulletin. 2018)

Сезон	ТАС, т	ВЫЛОВ, т		
		<i>D. mawsoni</i>	<i>D. eleginoides</i>	Всего
2010	2850	2868	<1	2869
2011	2850	2836	3	2839
2012	3282	3173	5	3178
2013	3282	3006	<1	3006
2014	3044	2819	4	2823
2015	3044	2473	1	2474
2016	2870	2678	5	2684
2017	3157	2820	1	2821

вый промысел клыкача в море Росса, который давал 83% вылова этого вида (рис. 7). В последние годы величина допустимого вылова здесь удерживалась АНТКОМ на уровне 3,0 тыс. т. (таблица).

Несмотря на то, что промысел антарктического клыкача в море Росса был довольно стабилен и находился полностью под контролем АНТКОМ, в 2005–2006 гг., под предлогом проведения эксперимента по мечению, была закрыта значительная часть акватории. Предполагалось, что через три года, закрытые SSRU (мелкомасштабная исследовательская единица акватории, АНТКОМ) будут открыты, а часть открытых закроются, но этого не произошло и закрытые SSRU в 2005–2006 гг. так и остались закрытыми вплоть до принятия МОР в море Росса, т.е. до 2016 г. (Петров, Сытов, 2016).

За период ведения промысла площадь моря Росса постоянно разграничивалась на все более мелкие участки «для лучшего управления поисковым промыслом». Так, если в 1997 г. насчитывалось 5 SSRU, то в 2003 году их стало 12, а в 2005 г. — 13 (там же). При этом приходится констатировать, что «улучшение управления» сводилось к элементарному закрытию для промысла отдельных участков. К 2016 г. под разными предложениями и по разным причинам в море Росса было закрыто 7 из 13 мелкомасштабных участков, ставших недоступными для

промысла, а также получения биологической и промыслово-статистической информации (Петров, Сытов, 2016; Кухарев, 2017).

В 2016 г., на 35-м совещании Комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ) была принята Мера по сохранению 95–01 (2016) о создании «Морского охраняемого района в регионе моря Росса» (Список действующих Мер по сохранению АНТКОМ, 2017).

Общая площадь МОР в регионе м. Росса составила свыше 1,5 млн. кв. км. Отмечается, что создание данного МОР является компромиссом, который учитывает природоохранные и рыбохозяйственные аспекты. Однако, доступность к традиционным участкам промысла в регионе моря Росса была значительно ограничена (Список действующих мер по сохранению АНТКОМ, 2017; Артемьев, 2013; Кухарев, Зайцев, 2018).

На данный момент, в зоне Конвенции существует два МОР — МОР в регионе моря Росса и МОР в районе Южных Оркнейских островов, установление которых способствовало интенсификации процесса по формированию системы МОРов в зоне АНТКОМ (CCAMLR- XXXV, XXXVI, XXXVII; (Петров и др., 2014; Кухарев, Зайцев, 2018; Петров, 2018).

Следует акцентировать внимание на том, что сохранение морских экосистем Антарктики является, прежде всего научно-прак-

тической, а не политической задачей, которая и должна решаться исходя из соответствующих принципов. Но это сохранение, в соответствии с Антарктической Конвенцией, должно осуществляться только в ходе промысла. (Петров, Шуст, и др., 2014; Касаткина, 2018; D'gata S. et all., 2016; Kukharev, Petrov, 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мировой вылов патагонского клыкача, составляя 85% от общего годового вылова клыкачей и имеет небольшую тенденцию к снижению. Промысел патагонского клыкача в пределах 200-мильных экономических зон прибрежных и островных государств Южного полушария, регулируется Мерами по сохранению АНТКОМ. В зоне АНТКОМ, за пределами 200-мильных экономических зон, ресурс складывается из немногочисленных мелких единиц запаса. Создание же самих охраняемых районов (МОР), включая их границы, цели и задачи, должно обеспечиваться должным научно-информационным обеспечением, позволяющим получить базовые данные для их образования.

В случае повсеместного образования МОР огромная биологическая продуктивность Антарктики и ее биоресурсы станут фактически недоступными для промысловых судов государств-членов Антарктической Комиссии. Биоресурсы Антарктики должны оставаться общедоступными, а не изолированными из-за образования морских охраняемых районов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Артемов А. Холодное море 2013-го. Россия вновь заблокировала создание двух гигантских морских заповедников в Антарктике // 2013. URL: <https://lenta.ru/articles/2013/11/07/antcom/> (дата обращения 22.07.2018).

Касаткина С.М. Материалы III межотраслевого семинара по подготовке научных наблюдателей и инспекторов для работы в кон-

венционном районе АНТКОМ // 2018. АтлантНИРО. Калининград.

Кухарев Н.Н. О создании морского охраняемого района (МОР) в регионе моря Росса под управлением АНТКОМ // Тр. ЮгНИРО. 2017. Т. 54. № 2. С. 67–83.

Кухарев Н.Н., Зайцев А.К. Конвенция о сохранении морских живых ресурсов Антарктики и проблемы управления. // «Водные биоресурсы и среда обитания». Тр. АзНИИРХ. 2018. Т. 1. № 2. АзНИИРХ. С.70–95.

Отчет 23 совещания Комиссии АНТКОМ. // Австралия. Хобарт. 25 октября-5 ноября 2004. ССАМЛР-XXIII, 2004. Р.70–71.

Петров А.Ф. Распределение и биологические характеристики двух видов клыкачей рода острова Буве // Вопросы ихтиологии. 2011. Т. 51. № 6. С 848–853.

Петров А.Ф., Татарников В.А. 2011. Результаты исследований питания антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni* (Notoniidae) в море Лазарева // Вопросы ихтиологии. 2011. Т. 51. № 1. С. 140–144.

Петров А.Ф., Шуст К.В., Урюпова Е.Ф., Бекашев К.А. Правовой режим морских охраняемых районов в Антарктике // Евразийский юридический журнал. 2014. № 6 (73). С. 76–79.

Петров А.Ф., Гордеев И.И. Распределение и биологические характеристики антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni* в море Уэдделла. // Вопросы ихтиологии. 2015. Т. 55. № 2. С. 166–172.

Петров А.Ф. 2016. О состоянии изученности биоресурсов Антарктики, их статусе и промысловом освоении // Известия ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 41–53.

Петров А.Ф., Сытов А.М. Характеристика современного промысла клыкачей (*Dissostichus spp.*) в море Росса. Антарктика в период 1997–2015 гг // Рыбн. хоз-во. 2016. № 1. С. 44–50.

Петров А.Ф., Касаткина С.М., Вагин А.В. Перспективы отечественного промысла патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898) на акваториях, прибли-

женных к Антарктике // Рыбн. хоз-во. 2016. № 3, С. 51–54.

Петров А.Ф. 2018. Ученые: море Уэдделла в Антарктиде «заслуживает защиты» // URL: <http://www.e-vesti.ru/ru/uchyonye-more-ueddella-v-antarktide-zasluzhivaet-zashhity/>.

Список действующих мер по сохранению сезон 2017/18 г // Hobart, Australia. CCAMLR. 2017. С. 311.

Шуст К.В. Рыбы и рыбные ресурсы Антарктики // Изд-во ВНИРО, 1998. С. 163.

Шуст К.В., Петров А.Ф. О помехах патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae) в высокоширотной Антарктике // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 1. С. 142–144

Юхов В.Л. Антарктический клыкач. М.: Наука, 1982. 112 С.

Brooks C.M. and Ashford J.R. Spatial distribution and age structure of the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) in the Ross Sea, Antarctica // Australia. Hobart. CCAMLR. 2008. WG-FSA-08/18. 32 p.

CCAMLR — <https://www.ccamlr.org/ru> (дата обращения 12 августа 2018 г.).

CCAMLR — www.antarktis.ru/biomir/antarkticheskii_klykach/ (дата обращения 12 августа 2018 г.).

CCAMLR Statistical bulletin // <https://www.ccamlr.org/ru/fisheries/промыслы-клыкача> (дата обращения 12 августа 2018 г.).

Hanchet S.M. Updated species profile for Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) // Australia. Hobart. CCAMLR. 2010. WG-FSA-10/24. 33 p.

D'Agata, S., Mouillot, D., Wantiez, L., Friedlander, A.M., Kulbicki, M., and Vigliola, L. 2016. Marine reserves lag behind wilderness in the conservation of key functional roles. // Nat. Commun. 2016. 7. 12000. URL: <https://www.nature.com/articles/ncomms12000> (дата обращения 27.07.2018 365, 2869–2880 // <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Dewitt H., Heemstra P.C., Gon O. Fishes of the Southern Ocean // Smith Institut of Ichthiology, Grehamstown, South Africa. 1990. P. 279–331.

FishStat J version 3.03.0//10 августа 2018.

Kukharev N.N., A.F. Petrov. On multi-year variability of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) size composition in longline catches in the South Georgia maritime zone // Australia. Hobart. CCAMLR. 2018. SC-CAMLR-XXXVII/14 07. Science. 27 p.

Mugue, N.S., A.F. Petrov, D.A. Zelenina, I.I. Gordeev and A.A. Sergeev. Low genetic diversity and temporal stability in the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) from near-continental seas of Antarctica // 2014. Australia. Hobart. CCAMLR Science. 2014. v.21, P. 1–9.

Petrov A.F., Tatarnikov V.A. Short communication new data on migration of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* Norman. 1937 (Perciformes, Nototheniidae) obtained during implementation of the program on *Dissostichus* species tagging in the longline fishery in the D'Urville sea, 2008/2009 // Australia Hobart. CCAMLR. WG-FSA-09/P1. 4 p.

Smith P., Veagh M. Allzime and microsatellite DNA markers of toothfish population structure in the Southern Ocean. // Journal fish biology, 2000. v. 57. P.72–83.

URL: <https://www.fitnesslair.ru/sportivnye-dobavki/zhirnye-kisloty/omega-3-v-rybe.html> (дата обращения 27.07.2018).

SC-CAMLR-XXXV. Report of the Thirty Fifth Meeting of The Scientific Committee. // Hobart, Australia, CCAMLR, 2016. Annex 7.

SC-CAMLR-XXXVI. Report of the Sixth Meeting of The Scientific Committee // Hobart, Australia, CCAMLR, 2017.

SC-CAMLR-XXXVI. Report of the Thirty seventh Meeting of The Scientific Committee // Australia. Hobart. CCAMLR. 2017. Annex 7.

**ISSUES OF CURRENT ANTARCTIC AND PATAGOINIAN TOOTHFISH
(DISSOSTICHUS SPP.) FISHERIES IN THE WATERS OF ANTARCTIC**

© 2018 y. A. K. Zaytsev, S. T. Rebyk, N. N. Kukharev

*Azov Sea Kerch Branch Institute Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(«AzNIIRKH»), Kerch, 298300*

The issues of distribution and fishery of Patagonian and Antarctic toothfish were reconsidered in the present paper. It was distinguished that commercial stock of the first fish species was mainly concentrated within the limits of 200-miles economic zones of the coastal and island states of the Southern hemisphere and regulated by the legislation of the coastal countries. Outside 200-miles economic zones the resource consists of not numerous small units of the stock dispersed almost throughout the CCAMLR zone. The Antarctic toothfish commercial stock is concentrated within the limits CCAMLR zone. It was distinguished that the formation of MPA, in the Ross Sea in particular, is not conducive to the development of this species fishery. Formation of the protected areas, including their borders, aims and tasks, should be provided by scientific information base allowing objective data on their formation. Antarctic bioresources should remain generally accessible, but not isolated because of MPA formation. Otherwise the enormous biological productivity of the Antarctic and its biological resources can become actually inaccessible for that part of the humanity that inhabits members-states of the Antarctic Commission.

Keywords: Antarctic, toothfish, (*Dissostichus eleginoides*), (*Dissostichus mawsoni*), fishery, CCAMLR, marine protected area (MPA).

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

УДК: 639.22:597.556.334.1

СОВРЕМЕННЫЙ ПРОМЫСЕЛ СЕВЕРНОГО ОДНОПЁРОГО ТЕРПУГА
(*PLEUROGRAMMUS MONOPTERYGIUS* HEXAGRAMMIDAE)
В ВОДАХ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

© 2019 Ю. К. Курбанов

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, 683000
E-mail: kurbanov.u.k@kamniro.ru

Поступила в редакцию 2.01.2019 г.

На основании данных о промысловой статистике 2010–2018 гг. и размерно-возрастном составе уловов северного одноперого терпуга было проанализировано современное состояние промысла данного вида рыб в водах восточной Камчатки и Курильских островов. Выявлено сокращение уловов терпуга более чем в 4 раза в Петропавловско-Командорской подзоне, и в 3 раза у северных и средних Курильских островов. В Карагинской подзоне наблюдалась схожая промысловая обстановка — снижение вылова в 4 раза. Выявлено снижение в уловах доли рыб высокоурожайных поколений 2009–2011 гг., а выполненный анализ размерно-возрастного состава, говорит о появлении новых поколений высокой численности — 2013–2014 гг. рождения. Однако, именно рыбы этих генераций являлись основой уловов, составив почти 2/3 от всего вылова в последние два года. По этой причине в ближайшее время будет наблюдаться некоторая стагнация в пополнении, и ожидать роста добычи северного одноперого терпуга, на ближайшую перспективу, не стоит.

Ключевые слова: северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius*, промысел, размерно-возрастной состав, Курильские острова, восточная Камчатка.

ВВЕДЕНИЕ

Северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* — широко распространенный вид в северной части Тихого океана (Полутов, 1960; Золотов, 1981; Masuda et al., 1984; Amaoka et al., 1995; Фёдоров, Парин, 1998; Mecklenburg et al., 2002), являющийся одним из важных объектов рыбной отрасли этого региона.

В Северной Пацифике данный вид представлен двумя крупными популяциями: Курило-Камчатской и Командорско-Алеутской (Золотов, 1984, 1986; Золотов, Орлов, 2009). Ареал первой простирается по азиатскому побережью от южных Курильских островов (прол. Фриза), захватывая прилегающие воды Охотского моря, вдоль восточного побережья Камчатки до юго-западной части Берингова моря (Фадеев, 2005; Зо-

лотов и др., 2015). Область распространения второй популяции включает тихоокеанские и беринговоморские воды Командорско-Алеутской островной дуги, а также зал. Аляска (Lauth et al., 2007).

Полномасштабный промысел и изучение терпуга Курило-Камчатской группировки были начаты во второй половине прошлого века и продолжают в настоящее время. За этот период численность популяции претерпевала значительные изменения. На начальных этапах масштабного освоения запасов данного вида наблюдались существенные объемы годового изъятия. Далее, в конце 1970-х — начале 1990-х гг. отмечался экстремально низкий уровень биомассы терпуга (Спирин, 2002). После 1992 г. произошло увеличение численности, которое достигло своего максимального значения

в 2010 г. что, впоследствии, привело к расширению ареала за счет формирования новых скоплений в других районах, например, в юго-западной части Берингова моря. Однако для этого региона предполагается, что терпуг, облавливающийся в южной части Карагинского залива у м. Африка, является частью запаса Курило-Камчатской популяции. В отношении данного вида из Олюторского залива и района к востоку от о. Карагинский, существует мнение (Мельников, Ефимкин, 2003; Фадеев, 2005), что пополнение его запаса в этом районе осуществляется за счет миграции молоди многочисленных поколений от нереста терпуга у Командорских и Алеутских островов. Тем не менее, единой точки зрения по этому поводу до сих пор нет.

На данный момент в литературе отсутствует какой-либо анализ динамики промысла терпуга на современном этапе. Исключение составляет работа А. О. Золотова с соавторами (2015), по утверждению которых состояние запасов данного вида в водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов остается выше среднеемноголетнего, что позволяет добывать до 30–50 тыс. т ежегодно. Однако практика последних лет показала, что после 2012 г. промысловая обстановка начала резко ухудшаться. К 2016 г. в наиболее продуктивном районе промысла — у северных и средних Курильских островов — годовой объем добычи данного вида составил 10,5 тыс. т. и данная тенденция сохраняется по настоящее время, несмотря на то, что в последние два года, проявились урожайные поколения генерации 2013–2014 гг. Тем не менее, эти поколения не в состоянии обеспечить рост промыслового запаса до уровня, например, 2009–2012 гг. Для сравнения, на начальном этапе специализированного лова терпуга в водах Северных Курил в 1968 г. уровень изъятия составлял 18,3 тыс. т., в 1999 г. — 19,9 тыс. т, а в 2010–43,1 тыс. т.

В связи с этим, цель данной работы — дать характеристику современному состоянию промысла северного однопёрого терпуга в водах восточной Камчатки и Курильских

островов. Для решения этого вопроса были поставлены следующие задачи:

- проанализировать современное состояние промысла данного вида по исследуемым районам;
- рассмотреть изменения в размерно-возрастном составе промысловой части популяции;
- выявить тенденции и перспективы промысла северного однопёрого терпуга в водах восточной Камчатки и Курильских островов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе были использованы данные научно-промысловых рейсов, выполненных с 2010 по 2018 гг. сотрудниками Камчатского и Сахалинского филиалов ФГБНУ «ВНИРО» у островов Курильской гряды и в водах восточной Камчатки в таких рыбопромысловых районах как: Карагинская (61.02.1) и Петропавловско-Командорская (61.02.2) подзоны, а также Северо- (61.03) и Южно-Курильская (61.04) зоны. Так как данные акватории являются ключевыми, с точки зрения промысла, основное внимание будет уделено именно им. Локальные группировки терпуга, периодически образующиеся в Западно-Беринговоморской зоне в ходе сезонных миграций, в анализ не включены по причине того, что облавливаются они нерегулярно и уловы данного вида невелики.

При проведении исследований в качестве орудий лова использовались различные модификации донного трала. Сбор материалов выполняли по стандартным ихтиологическим методикам (Правдин, 1966).

Размерный состав терпуга Курило-Камчатской популяции по годам рассчитывали обобщенно для трех рыбопромысловых районов (61.02.2, 61.03 и 61.04) с учетом суммарного вылова в семи основных участках лова, выделенных А. О. Золотовым с соавторами (2015). Следует отметить, что если информация по размерному составу уловов отсутствовала, то ее заменяли осредненными значениями для данного района. Возраст

определяли по отолитам с последующим пересчетом по размерно-возрастному ключу на результаты массовых промеров. Данные биологических показателей терпуга Карагинской подзоны рассматривались нами отдельно, так как в настоящее время отсутствует единая точка зрения о популяционной однородности данного вида в этом районе.

Сведения о вылове и структуре промысла терпугов определены по судовым суточным донесениям (ССД) из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ). Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу «FMS analyst» (Vasilets, 2015). Пространственное распределение промысловых уловов терпуга выполняли с помощью программы ArcView GIS 3.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние промысла. Вылов терпуга ведется на обширной акватории с использованием разных орудий лова. Наиболее востребованными у отечественных промысловиков считаются донные тралы (Золотов и др., 2015). Это связано с характерными особенностями биологии данного вида — он концентрируется на участках дна с резкими перепадами глубин и скалистым грунтом, а также с быстрыми подводными течениями (Золотов, 1986).

В тихоокеанских водах восточной Камчатки, помимо тралового промысла, терпуга добывали снюрреводами во время сезонных миграций в районах Кроноцкого

и Авачинского заливов. Этим орудием лова данный вид облавливался эпизодически еще до 1968 г. (Дудник, Золотов, 2000).

Помимо прочего, в летний период осуществлялся лов терпуга донными сетями в прибрежных водах на небольших глубинах, при формировании нерестовых скоплений.

В современный период в районе северных и средних Курильских островов, а также у восточного побережья Камчатки большую часть терпуга добывали донными тралами, на которые, в среднем, пришлось 85,1%. Помимо этого, в качестве прилова данный вид облавливался разноглубинными тралами (9,5%), снюрреводами (4,7%) и донными сетями (0,6%) (табл. 1). Также терпуг в незначительных количествах отмечался при проведении ярусного промысла.

По данным А. О. Золотова с соавторами (2015), в начальный период развития промысла у тихоокеанских берегов Камчатки и северных Курильских островов добывалось, в среднем, около 1,2 и 18,0 тыс. т соответственно. После 1975 г. начался длительный период низкой численности, продлившийся до начала 1990-х, при этом величина изъятия в первом районе не превышала 0,2, а во втором — 2,4 тыс. т. Примерно, после 1992 г. промысловая биомасса терпуга начала увеличиваться вплоть до своего максимального значения в 2010 г., когда суммарный годовой вылов в российских водах (без учета Западно-Беринговоморской зоны) достиг рекордных 63,6 тыс. т (рис. 1).

За пятилетний период с 2010 по 2014 гг. в тихоокеанских водах Камчатки

Таблица 1. Доли уловов (%) северного однопёрого терпуга различными орудиями лова в водах восточной Камчатки и северных Курильских островов в 2010–2018 гг.

Орудие лова	Годы									Среднее
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Трал донный	88,9	88,0	86,3	85,0	86,3	77,5	82,3	86,2	85,3	85,1
Трал р/гл	6,2	6,4	9,8	10,9	9,2	13,7	8,9	9,3	12,4	9,5
Снюрревод	4,3	5,2	3,3	3,6	3,9	7,5	7,6	4,5	2,3	4,7
Сеть донная	0,6	0,4	0,6	0,5	0,6	1,4	1,2	0,0	0,0	0,6

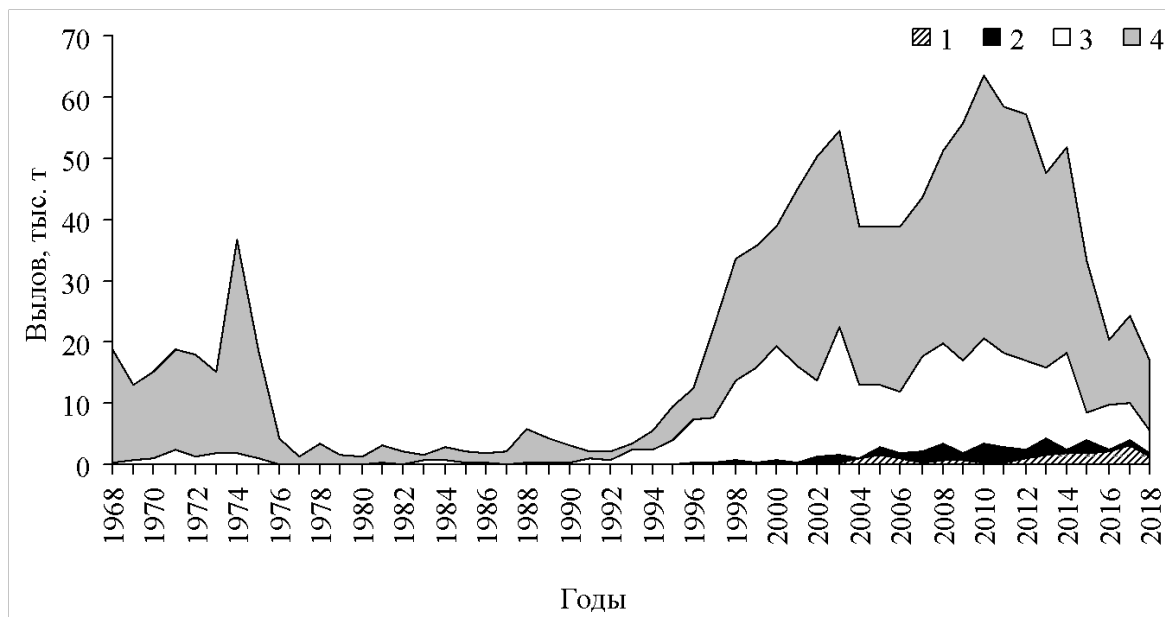


Рис. 1. Многолетняя динамика уловов северного однопёрого терпуга в водах восточной Камчатки и Курильских островов: 1 – Южно-Курильская зона (до северо-восточной оконечности о. Уруп); 2 – Карагинская подзона; 3 – Петропавловско-Командорская подзона; 4 – Северо-Курильская зона.

объёмы изъятия терпуга находились на высоком уровне, варьируя от 11,5 до 17,2 тыс. т (рис. 2Б). В этот же период в водах северных Курильских островов вылов данного вида происходил интенсивнее: уловы изменялись от 32,2 до 43,1 тыс. т (рис. 2В). Начиная с 2015 г., объёмы вылова резко снизились: в первом районе более чем в 3 раза — до 4,8 тыс. т, а во втором почти в 1,5 раза — до 25 тыс. т. При этом общий допустимый улов (ОДУ) равнялся 18 и 42 тыс. т соответственно.

В 2016 г. у северных и средних Курильских островов вылов снизился до 10,5 тыс. т, что почти в 2,4 раза меньше, чем в 2015 г. и в 4,1 раза меньше, чем в 2010 г. Однако, в тихоокеанских водах Камчатки, в том же году, картина была иная — уловы выросли в 1,5 раза и составили почти 7,5 тыс. т. Тем не менее, в этом районе в следующем году было отмечено очередное снижение объёмов добычи, а в Северо-Курильской зоне, наоборот, увеличение на 3,5 тыс. т.

В 2018 г. в Петропавловско-Командорской подзоне было добыто около 3,6 тыс.

т терпуга. При этом следует отметить, что эта цифра близка к значениям 2015 г. В водах северной части Курильской гряды снова отмечено снижение уловов на 2,5 тыс. т, по сравнению с 2017 г.

Что касается периферийных районов промысла, таких как Карагинская подзона и Южно-Курильская зона, то до 1995 и 1997 гг., соответственно, статистика уловов терпуга отсутствовала.

Добыча данного вида у берингово-морского побережья Камчатки никогда не была интенсивной. Терпуг отмечался только в качестве прилова на других промыслах. С 2003 по 2009 гг. вылов в среднем не превышал 1,5 тыс. т.

В данной акватории в 2013 г. было добыто 2,7 тыс. т, при уменьшении освоения запасов в соседней Петропавловско-Командорской подзоне (рис. 2А). Этот показатель был близок к пиковому значению 2010 г. — 2,9 тыс. т. Та же ситуация наблюдалась и в 2015 г., когда в водах юго-восточной Камчатки был рекордно низкий вылов терпуга за последние 19 лет (рис. 1).

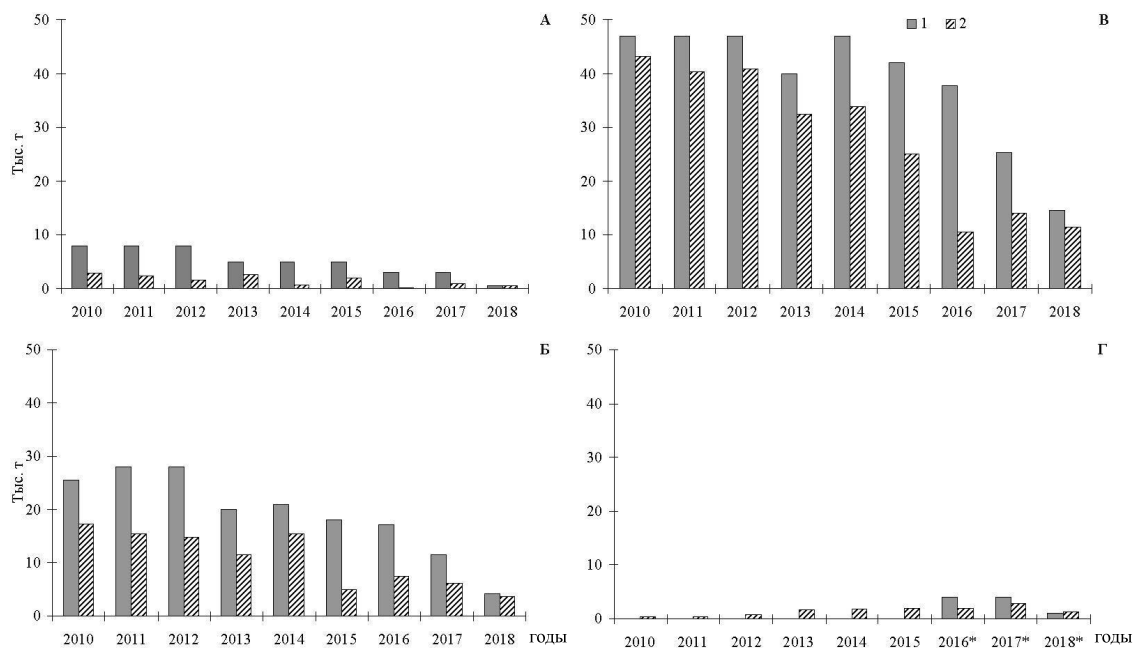


Рис. 2. Межгодовая динамика вылова (тыс. т) северного одноперого терпуга в 2010–2018 гг. по биостатистическим районам: А – Карагинская подзона, Б – Петропавловско-Командорская подзона, В – Северо-Курильская зона, Г – Южно-Курильская зона; 1 – ОДУ, 2 – вылов; * – вылов северного одноперого терпуга для данного района до 2016 г. в прогнозах ОДУ отдельно не определяли.

2018 год в Карагинской подзоне по интенсивности промысла оказался весьма схожим с 2014 (см. рис. 2А). Уже к концу апреля основные владельцы квот на вылов терпуга в данном районе освоили их на 100% – 0,59 тыс. т.

В районе южных Курильских островов промысел терпуга осуществлялся на ограниченной акватории – в проливе Буссоль, на узком участке шельфа и свальной области вокруг о-вов Черные Братья, Броутона, а также у северо-восточной оконечности о. Уруп. Ранее этот район промыслового значения не имел, хотя участок, прилегающий к о. Симушир, расположенный через пролив Буссоль, является традиционным местом добычи данного вида (Золотов и др., 2015). Формирование же промысловых скоплений терпуга в данном районе, как и в Карагинской подзоне, было обусловлено расширением ареала, в связи с ростом запасов в 2000-е годы. При этом данный рост был настолько велик, что скопления отмеча-

лись в тихоокеанских и охотоморских водах о. Итуруп (Ким, 2006; Полтев, Мухаметов, 2013).

Если у берингоморского побережья Камчатки промысел всегда имел нестабильный характер, то значимость северной части Южно-Курильской зоны на фоне снижения запасов у Северных и Средних Курил с 2012 г. начала возрастать (рис. 2Г). К 2017 г. уловы увеличились более чем в 3 раза и составили около 3 тыс. т. Для сравнения, до 2010 г., в среднем, уровень изъятия на этом участке составлял 0,5 тыс. т (рис. 1).

Анализируя межгодовую динамику уловов различными орудиями лова, можно заметить снижение вылова (табл. 2). Если в 2010 г. донным тралом было добыто 56,2 тыс. т, то в 2013 г. – 39,5 тыс. т, а в 2016 г. уже 15,1 тыс. т. Та же тенденция к снижению выявлена и для других орудий лова. Вылов терпуга снюрреводами сократился к 2018 г. более чем в 7 раз, а донными сетями полностью прекратился с 2017 г.

Таблица 2. Межгодовая динамика уловов (тыс. т) северного однопёрого терпуга различными орудиями лова в водах восточной Камчатки и северных Курильских островов в 2010–2018 гг.

Орудие лова	Годы								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
трал донный	56,2	51,1	49,4	39,5	43,2	24,6	15,1	18,3	13,4
трал р/гл	3,9	3,7	5,6	5,1	4,6	4,3	1,6	2,0	2,0
снюрревод	2,7	3,0	1,9	1,6	2,0	2,4	1,4	1,0	0,3
сеть донная	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0
Итого	63,2	58,0	57,2	46,4	50,1	31,6	18,3	21,3	15,7

Рассматривая пространственное распределение уловов в период с 2010 по 2018 гг., отметим уменьшение промысловой значимости участков, расположенных у юго-восточной Камчатки, и увеличение — у Средних и Северных Курил (рис. 3).

В отдельные годы — 2013, 2015 и 2018 — промысловые суда концентрировались у берингоморского побережья Камчатки, в особенности у м. Африка, где терпуг периодически образует плотные скопления.

Несмотря на уменьшение годовых показателей по вылову данного вида, участки у северных и средних Курильских островов отличались максимальной продуктивностью. Наибольшие уловы регистрировались в районе, прилегающем с юго-запада к подводной горе, т.е. гайоту, у Северных Курил и включающего шельф, а также часть материкового склона от о. Симушир до о. Матуа.

К 2018 г. у тихоокеанского побережья Камчатки участки лова, находящиеся на траверзе далеко выступающих мысов (м. Шипунский и м. Кронцкий), практически потеряли свою значимость. В Петропавловско-Командорской подзоне наиболее высокие уловы терпуга наблюдались только в районе м. Камчатский. В водах Курильской островной дуги наибольшие выловы за сутки регистрировались в средней части — на шельфе о-вов Кетой и Симушир.

Как отмечалось выше, терпуг имеет специфические черты биологии, массово концентрируясь на локальных участках дна с каменистыми или скалистыми грунтами и силь-

но расчлененным рельефом. Вследствие чего невозможно провести траловые учетные работы обычными методами, т.к. они не дают полные представления о величине и состоянии его запаса. Более перспективным, на сегодняшний день, является проведение локальных «микросъемок», где ведется наиболее интенсивный промысел терпуга.

В марте 2018 г. в районе наибольшей концентрации промысловых скоплений терпуга в Карагинской подзоне у м. Африка была выполнена подобная микросъемка, по результатам которой общая биомасса данного вида на обследованной акватории площадью порядка 190 км² составляла 16,2 тыс. т. при коэффициенте уловистости равному 1. Для сравнения по результатам донной траловой съемки, проведенной в октябре-ноябре 2002 г., биомасса данного вида в Олюторском заливе оценивалась в 40,5 тыс. т.

В Северо-Курильской зоне в мае 2018 г. также были проведены 3 микросъемки на участках, где велся наиболее интенсивный промысел терпуга: в проливе Севергина, а также акватории, прилегающей к о-вам Кетой и Симушир, по результатам которых на полигонах общей площадью всего 197 км² было учтено 8,1 тыс. т терпуга. К примеру, по результатам донной траловой съемки на шельфе Западной Камчатки в июне-июле 2017 г. средняя плотность всех учтенных рыб составляла 31,9 т/км², тогда как по нашим данным средняя плотность только одного терпуга на обследованных полигонах была равна 12,7 т/км².

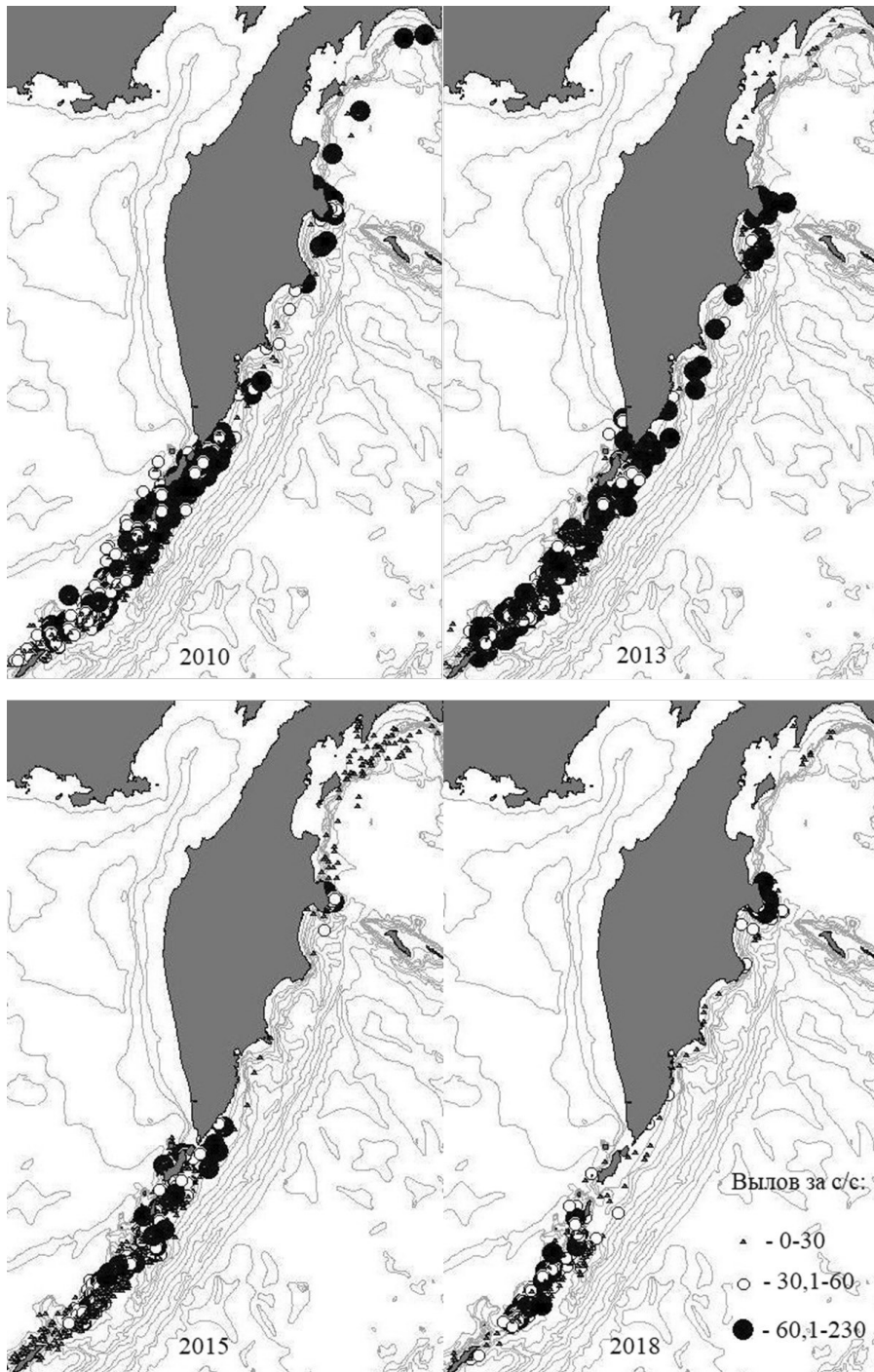


Рис. 3. Пространственное распределение промысловых уловов за судосутки (т) северного однопёрого терпуга в 2010, 2013, 2015 и 2018 гг.

Из выше сказанного следует, что в исследуемый период выявлено сокращение уловов терпуга более чем в 4 раза в Петропавловско-Командорской подзоне, и трехкратное — у северных и средних Курильских островов. В Карагинской подзоне наблюда-

лось схожее развитие промысла — снижение уловов и сокращение вылова в 4 раза. Однако в 2018 г. научными наблюдателями в этом районе отмечен рост уловов.

Подобное увеличение, по нашему мнению, имеет кратковременный характер.

Это может объясняться тем, что промысловый запас терпуга данной акватории зависит от южных районов, откуда он совершает миграции и где промысел имеет постоянный, более интенсивный характер. Увеличение же промысловой нагрузки в северной части Южно-Курильского региона объясняется постепенным истощением запасов терпуга к 2017 г. в Северо-Курильской зоне.

Ускорившееся падение объемов добычи данного вида проявлялось не только на снижении промысловых показателей, но и на постепенной потере интереса рыбопромысловых компаний к этому виду промысла. Это подтверждается анализом количества судов и судосуток промысла в водах восточной Камчатки и северных Курильских островов. Например, в Петропавловско-Командорской подзоне количество судов составило: в 2010 г. — 95, в 2014—59, а в 2018—44. Та же тенденция отмечалась и по числу судосуток промысла — 1700, 1452 и 884 соответственно (табл. 3).

По нашему мнению, это произошло по причине систематического завышения ОДУ после 2009 г. на фоне резкого увеличения объемов добычи терпуга и как следствие, чрезмерного его вылова. Реакция на падение запаса была запоздалой и предпринятых по-

сле 2014 г. мер по снижению пресса промысла (уменьшение величины ОДУ) оказалось недостаточно.

Размерно-возрастной состав уловов. В период с 2010 по 2014 гг. в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов основу траловых уловов составляли рыбы генераций 2003—2008 гг. длиной 36—42 см в возрасте 6—7 лет (рис. 4). Их суммарная доля в среднем изменялась от 18,0 до 27,7%. В 2013 и 2014 гг. проявили себя, так называемые урожайные поколения 2009 и 2010 года рождения. Именно тогда в уловах значительные доли занимали неполовозрелые рыбы возрастом 3—4 года.

В 2015—2016 гг. промысел основывался на особях генераций 2010 и 2011 гг. В дальнейшем рыбы данных генераций элиминировали и перестали играть существенную роль в добыче терпуга. Стоит также отметить тот факт, что именно в это время регистрировался низкий приток трехгодовиков, доли которых варьировали от 3,5 до 6,5% (рис. 5).

В 2017 г., наоборот, наблюдалось резкое увеличение рыб трехлетнего возраста (28,8%), которые имели непромысловую длину (менее 30 см). Это объясняется тем, что происходило смещение рыбопро-

Таблица 3. Количество судов и судосуток промысла в водах восточной Камчатки и северных Курильских островов в 2010—2018 гг.

Годы	Районы					
	61.02.1		61.02.2		61.03	
	Суда	Судосутки	Суда	Судосутки	Суда	Судосутки
2010	30	124	95	1700	50	1666
2011	34	157	83	1584	45	1918
2012	19	55	83	1385	41	2022
2013	14	78	76	1002	40	1844
2014	17	144	59	1452	39	1918
2015	14	242	59	1738	42	1729
2016	10	32	49	1035	43	1012
2017	11	154	44	987	38	855
2018	11	53	44	884	33	522

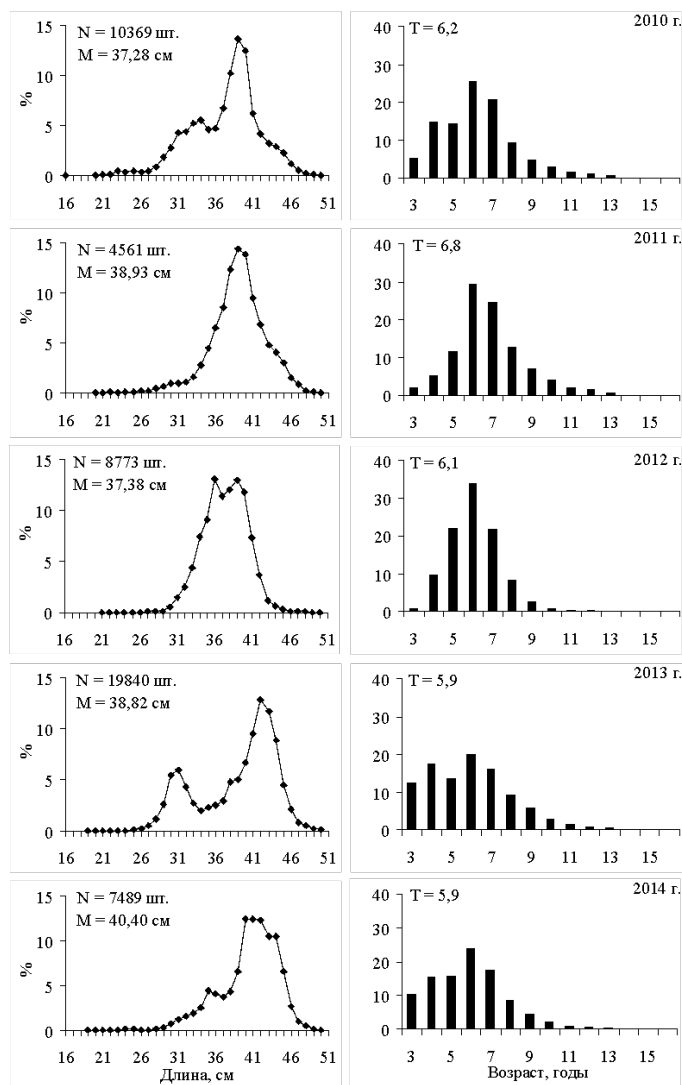


Рис. 4. Обобщенный размерно-возрастной состав траловых уловов северного однопёрого терпуга в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов в 2010–2014 гг.

мыслового флота к репродуктивной части ареала, расположенной в водах Средних Курил (рис. 3). Именно через данный район проходят миграционные пути половозрелых особей к местам нереста, а также существует постоянный приток рекрутов из района гайота, вступающих в нерестовый и промысловый запас. Кроме того, в этой акватории происходит оседание на дно пелагической молоди терпуга, развивающейся до этого момента в выростной зоне, расположенной в прилегающих водах Охотского моря (Дудник, Золотов, 2000; Золотов и др., 2015). Но все же наиболь-

ший вклад в уловах в 2017 г. вносили 4-х годовики генерации 2013 г., доля которых составляла 34,8%.

В 2018 г. промысел терпуга опирался на рыб тех же поколений (2013 и 2014 гг.), что и в 2017 г. длиной 31–35 см и возрастом 4–5 лет. К тому же, была значительна доля крупных половозрелых особей длиной 37–44 см (33,8%), добыча которых велась в проливе Дианы и юго-западнее о. Харимкотан. Однако, их количество в уловах уменьшалось по мере смещения промысла с севера на юг в районе островной группы Онекотан-Симушир.

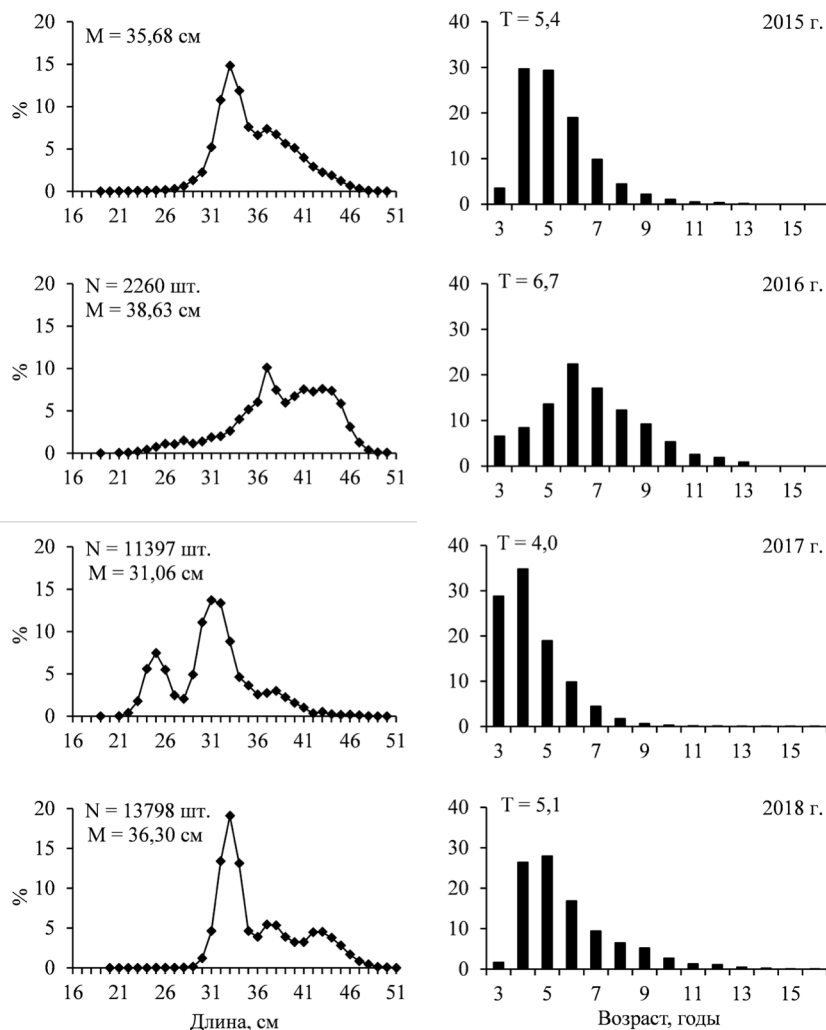


Рис. 5. Обобщенный размерно-возрастной состав траловых уловов северного однопёрого терпуга в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов в 2015–2018 гг.

Кратко характеризуя размерно-возрастной состав терпуга в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов за последние два года, а также несколько увеличившиеся объемы его добычи в 2017 г., можно судить о вступлении в промысловый запас рыб урожайных поколений 2013–2014 гг. Однако, именно особи этих генераций являлись основой уловов, что составляло почти 2/3 от всех выловов как в 2017, так и в 2018 гг. Не исключено, что по этой причине в ближайшее время стоит ожидать некую стагнацию в пополнении.

Как говорилось выше, промысел терпуга в Карагинской подзоне имел нестабильный характер. Его интенсивность

изменялась. По этой причине мониторинг биологического состояния данного вида осуществлялся не ежегодно (рис. 6).

По имеющимся данным за 2011 и 2016–2018 гг. можно утверждать, что основу траловых уловов в данном районе составляли особи длиной 35–40 см и возрастом 5–7 лет, доли которых изменялись от 61,1 до 90,0%. Вдобавок, в 2017 г., также как в тихоокеанских водах Камчатки и у Курильских островов, существенную роль играли 4-х годовики урожайного поколения, 2014 года рождения (21,7%).

В целом, в Карагинской подзоне, которая является периферийным районом для этого вида, облавливаются крупные полово-

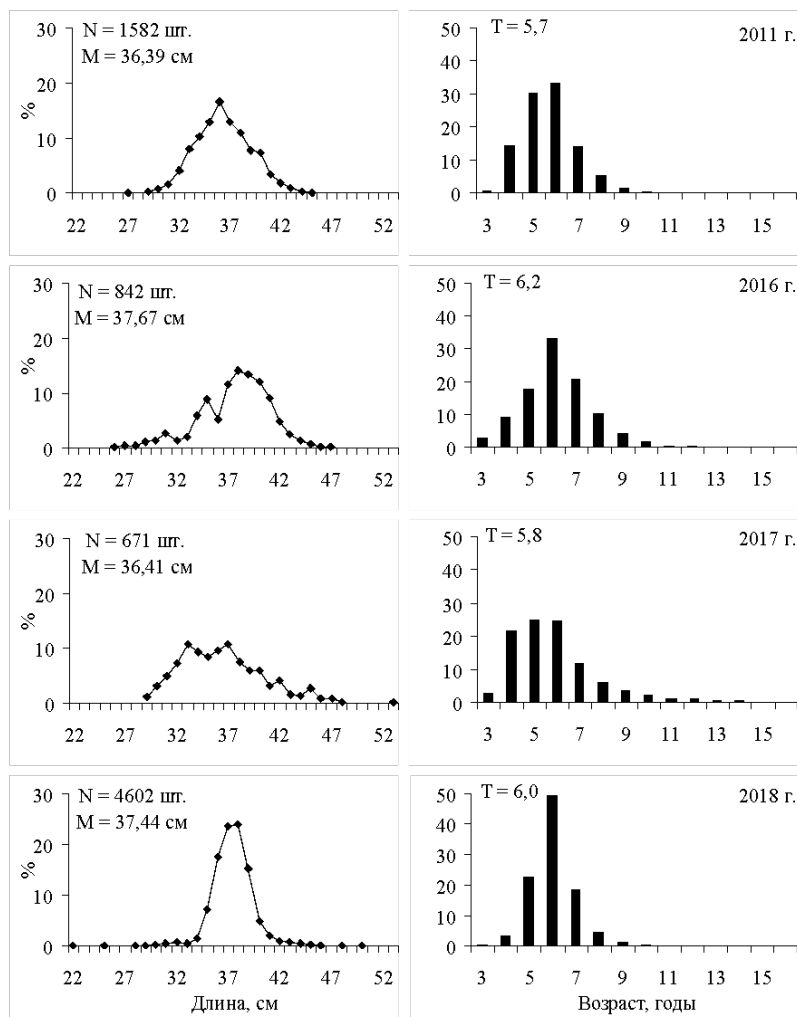


Рис. 6. Размерно-возрастной состав траловых уловов северного однопёрого терпуга в Карагинской подзоне в 2011 и 2016–2018 гг.

зрелые рыбы, в то время как в средней и центральной частях ареала в уловах может быть довольно значительное количество особей очередного пополнения. Это подтверждается довольно низкой долей 3-х годовиков у берингоморского побережья Камчатки, которая варьировала от 0,2 до 2,6%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, промысел северного однопёрого терпуга в водах восточной Камчатки и у Курильских островов в современный период характеризуется низкой интенсивностью промысла и относительно невысоким выловом. При этом основным орудием лова

этого вида остается донный трал, на который, в среднем, приходится 85,1% уловов. Снижение объемов освоения происходило постепенно, первые признаки проявились в 2013 г., и к 2018 г. снизились в 4 раза в Петропавловско-Командорской и Карагинской подзонах, а также в 3 раза у Северных и Средних Курил. Увеличение же промысловой нагрузки в Южно-Курильском регионе объясняется постепенным истощением запасов терпуга в Северо-Курильской зоне.

Выловы терпуга основным орудием лова — донным тралом — сократились более чем в 4 раза, снюрреводом — в 7 раз, а донно-сетной в настоящий момент не осуществляется. Наблюдалось уменьшение про-

мысловой значимости участков, расположенных у тихоокеанского побережья Камчатки, и увеличению в репродуктивной части ареала терпуга, расположенной в водах Средних Курил.

Выявлено снижение в уловах доли рыб высокоурожайных поколений 2009–2011 гг., а выполненный анализ размерно-возрастного состава, говорит о появлении новых поколений высокой численности — 2013–2014 гг. рождения. Однако, именно особи этих генераций являлись основой уловов, что составляло почти 2/3 от всех выловов в последние два года. По нашему мнению, с учетом этих факторов, на ближайшую перспективу роста добычи северного однопёрого терпуга ожидать не стоит.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю признательность всем сотрудникам КамчатНИРО и СахНИРО, принимавшим участие в сборе первичного материала, Д. А. Терентьеву, Р. Н. Новикову и А. И. Варкентину (КамчатНИРО) за важные критические замечания, сделанные при прочтении рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дудник Ю. И., Золотов О. Г. Распространение, особенности биологии и промысел одноперых терпугов рода *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) в прикурильских водах // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилегающих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО, 2000. С. 78–90.

Золотов А. О., Золотов О. Г., Спириин И. Ю. Многолетняя динамика биомассы и современный промысел северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 181. С. 3–22.

Золотов О. Г. О двухлетней цикличности в численности северного однопёрого

терпуга шельфовых вод Курило-Камчатского района // Изв. ТИНРО. 1981. Т. 105. С. 120–123.

Золотов О. Г. Биология северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) в водах Камчатки и Курильских островов: Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 1984. 24 с.

Золотов О. Г. Северный однопёрый терпуг // Биол. ресурсы Тихого океана. М.: Наука, 1986. С. 310–319.

Золотов О. Г., Орлов А. М. Роль подводных поднятий в структуре ареала северного однопёрого терпуга // Рыбн. хоз-во. 2009. Вып. 6. С. 53–56.

Ким Сен Ток. Особенности сезонной динамики стада северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах у средних Курильских островов в 2002–2004 гг. // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 147. С. 129–140.

Мельников И. В., Ефимкин А. Я. Молодь северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в эпипелагиали глубоководных районов северной части Тихого океана // Вопр. ихтиологии. 2003. Т. 43. № 4. С. 469–482.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.

Полтев Ю. Н., Мухаметов И. Н. Обнаружение скопления северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в водах острова Итуруп // Вопр. ихтиологии. 2013. Т. 53. № 5. С. 621–624.

Полутов И. А. Морские промысловые рыбы Камчатки. М.: Изд-во журнала «Рыбное хозяйство» ВНИРО, 1960. 33 с.

Спириин И. Ю. Распределение северного однопёрого терпуга у юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в 1998–2001 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. III науч. конф. 27–28 ноября 2002. С. 232–234.

Фадеев Н. С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. 366 с.

- Федоров В. В., Парин Н. В. Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России (в пределах 200-мильной экономической зоны) / Под ред. Б. Н. Котенева. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. 54 с.
- Amaoka K., Nakaya K., Yabe M. The Fishes of Northern Japan. Kita-Nihon Kaijo Center Co. Ltd. Sapporo. 1995. 370 p. (in Japanese).
- Lauth R.R., McEntire S.W., Zenger Jr H.H. Geographic distribution, depth range, and description of Atka mackerel, *Pleurogrammus monopterygius*, nesting habitat in Alaska. Alaska Fishery Research Bulletin 12. 2007. P. 165–186.
- Masuda H., Amaoka K., Araga S., et al. The fishes of the Japanese Archipelago. Tokyo: Tokai University Press, 1984. 437, 448, 370 pp.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc, 2002. 1037 p.
- Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.

CHARACTERISTICS OF FISHERY OF ATKA MACKEREL (*PLEUROGRAMMUS MONOPTERYGIUS*, HEXAGRAMMIDAE) IN EASTERN KAMCHATKA AND KURIL ISLANDS WATERS IN 2010–2018

Y. K. Kurbanov

*Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000*

Based on fishing statistics in 2010–2018 and the size-age composition of the atka mackerel catches we analyzed the current state of the fishery of this species in the water area of eastern Kamchatka and the Kuril Islands. The catches reduction by more than 4 times in the Petropavlovsko-Commander subzone, and 3 times in the northern and middle Kuril Islands was revealed. The similar situation was observed in Karaginsky subzone: catch was decreased by 4 times. A decrease in the proportion of high-yielding fish generations in 2009–2011 was revealed, and the analysis of the size-age composition, indicates the emergence of new generations of high numbers – 2013–2014 years of birth. However, fish of these generations were the basis of catches, amounting to almost two-thirds of the total catch in the last two years. For this reason, in the near future there will be some stagnation in the replenishment and it is not necessary to expect the growth of Atka mackerel catch in the near future.

Key words: atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius*, fishing, size-age composition, Kuril Islands, eastern Kamchatka.

ПРОМЫСЕЛ ГИДРОБИОНТОВ

УДК: 595.384.2:639.2 (268.45)

**СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫСЛА
КАМЧАТСКОГО КРАБА В РОССИЙСКИХ ВОДАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ
В 2010–2018 ГГ. С ПОМОЩЬЮ ОБОБЩЕННОЙ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ**

© 2019 г. С. В. Баканев

*Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), г. Мурманск, 183038
E-mail: bakanev@pinro.ru*

Поступила в редакцию 25.03.2019 г.

Для оценки факторов, влияющих на производительность промысла камчатского краба в российских водах Баренцева моря в 2010–2018 гг., использовалась обобщенная линейная модель (GLM). Выяснено, что динамика производительности в большей степени зависит от производственных факторов (типа ловушки и судна), нежели от факторов среды (глубины, температуры, солености, типа грунта, удаленности от берега). Пошаговое включение факторов в модель стандартизации показало, что наиболее значимое влияние на ежегодную динамику производительности лова помимо эффекта года (40% объясненной дисперсии) оказывают следующие факторы: тип судна и ловушки, количество ловушек в порядке, месяц (или неделя). Возможно, что фактор температуры покажет более высокую свою значимость при увеличении сезона промысла, тогда как в настоящее время, при коротких промысловых сезонах 2014–2018 гг., вклад его незначителен.

Ключевые слова: камчатский краб, Баренцево море, производительность промысла, обобщенная линейная модель, факторы среды.

ВВЕДЕНИЕ

Стандартизация производительности промысла является одной из ключевых процедур в оценке состояния запаса гидробионтов (Hilborn, Walters, 1992; Бабаян и др., 2014). Ее актуальность повышается с уменьшением информационной обеспеченности запаса, когда, например, промысловая статистика является единственным показателем состояния запаса и от ее правильной интерпретации зависит корректность оценки общего допустимого улова. Оценка состояния запаса камчатского краба в российских водах Баренцева моря в настоящее время представляет собой комплексную процедуру, основанную на использовании как эмпирических методов анализа временных рядов различных популяционных параметров, так и аналитических моделей динамики численности популяции. С учетом меняющегося

уровня и качества информационной обеспеченности, производительность промысла, или динамика улова на единицу усилия (catch per unit effort — CPUE), является одним из основных предикторов, описывающих состояние запаса. При этом стандартизированные значения CPUE используются в качестве входных данных как в аналитических моделях (CSA и модель истощения Лесли), так и в ходе прямого анализа трендов (Баканев, 2014, 2016).

Тем не менее, использование CPUE в качестве индекса состояния запаса имеет определенные недостатки, которые могут привести к неправильной реконструкции популяционной динамики (Hilborn, Walters, 1992; Maunder et al., 2006). Например, динамика CPUE может быть «гиперстабильна», т.е. нечувствительна к изменениям в динамике самого запаса (Harley et al.,

2001). Или наоборот, динамика CPUE в некоторых случаях может быть «гиперчувствительна», т.е. более вариативна по сравнению с динамикой самого запаса. «Гиперчувствительность» может, например, наблюдаться при перераспределении запаса на акватории промысла, когда производительность лова значительно снижается или повышается, но запас при этом сохраняется на прежнем уровне. Изменения в географии и сезоне промысла, а также в технических возможностях добывающего флота, могут существенно влиять на CPUE, что в некоторых случаях приводит к искажению соотношения между трендами в производительности лова и истинной динамикой запаса (Bishop, 2006; Ye, Dennis, 2009).

Стандартизация CPUE с помощью обобщенных линейных моделей (generalized linear model — GLM) позволяет, наряду с другими математическими методами, устранить влияние некоторых факторов, тем самым максимально возможно приблизить динамику производительности лова гидробионта к динамике его запаса (Maunder, Punt, 2004; Venables, Dichmont, 2004). Процедура оценки влияния факторов с последующим решением об их использовании в модели стандартизации являются одним из способов снизить уровень неопределенности в оценках, как состояния самого запаса, так и общего допустимого улова. В работе предпринята попытка включить в модель стандартизации не только ранее использовавшиеся факторы: период и район промысла, тип ловушки (Баканев, 2014), но и оценить возможность включения некоторых факторов среды: глубины, придонной температуры, солености, типа грунта и удаленности от береговой линии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящей работы послужили статистические данные, полученные в ходе промысла камчатского краба отечественным флотом в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2010–2018 гг. Для формирования временных рядов данных использовали

базу данных ПИПРО «Промысел», сформированную на основе судовых суточных донесений (ССД) ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи». Анализировали информацию по каждой промысловой операции, которая содержала следующие характеристики:

- 1) бортовой номер судна;
- 2) дата операции;
- 3) тип орудия лова (крабовой ловушки);
- 4) количество ловушек, поднятых за одну операцию (количество ловушек в порядке);
- 5) координаты;
- 6) глубина;
- 7) вылов промыслового краба (общая масса (кг) самцов камчатского краба промыслового размера, поступившего в переработку).

База данных содержала 15773 промысловые операции, анализ и верификация которых проходили в несколько этапов: 1) отбор судов по степени промысловой активности: при анализе учитывались суда, участвовавшие в трех и более промысловых сезонах; 2) фильтрация данных, которая заключалась в удалении редких и маловероятных операций, с производительностью выше 1 т на ловушку, или с выловом менее 1 кг или более 30 тонн, а также без указания количества ловушек в порядке, т.е. поднятых за одну операцию; Для процедуры выбора модели и стандартизации каждой операции были присвоены следующие категории (факторы): год, месяц, судно, тип ловушки, количество ловушек в порядке, промысловый район, глубина. Принадлежность операции к промысловому району осуществлялась в соответствии с оцифрованной картой, изданной Главным управлением навигации и океанографии Министерства обороны СССР по заказу Главного управления «Севрыба» в 1974 г.

Кроме того, в качестве факторов среды были использованы:

- 1) удаленность от береговой линии (км), рассчитанная с помощью функции библиотеки geosphere статистической среды R;

2) тип грунта (песок/илистый песок), полученный на основании оцифровки карт 1933–1943 гг. Государственного океанографического института, а также электронных карт норвежского проекта Mareano (<http://www.mareano.no/>);

3) придонная температура ($^{\circ}\text{C}$), горизонтальный градиент температуры ($^{\circ}\text{C}/\text{км}$) и соленость (‰), рассчитанные в каждом полигоне интерполяционным методом Крингнга (Титов и др., 2007) на основе фактических измерений, полученных в ходе экосистемных съемок последних лет (2010–2018 гг.).

Для стандартизации и оценки влияния факторов на годовую динамику производительности промысла использовалась обобщенная линейная модель (GLM) следующего вида:

$$\log(CPUE_i) = \alpha_0 + \alpha_y^Y + \alpha_{v_i}^V + \alpha_{t_i}^T + \alpha_{n_i}^N + \alpha_{m_i}^M, \quad (1)$$

где — улов на ловушку для i -той операции (наблюдения), α_0 — общее смещение, $CPUE_i$ — коэффициенты года (Y, y_i), судна (V, v_i), типа ловушки (T, t_i), количества ловушек в порядке (N, n_i), месяца (M, m_i). Кроме того, в ходе анализа учитывались следующие факторы: номер недели, промысловый район, диапазон глубин, тип грунта, придонная температура, соленость, удаленность от берега. Процедура выбора наилучшей модели улова на усилие была построена на серии машинных экспериментов, которые сводились к последовательному тестированию вариантов модели, полученных путем различных комбинаций всех предварительно отобранных наборов независимых параметров и версий функций связи. Целью экспериментов являлась оценка адекватности тестируемых вариантов модели исходным значениям уловов на усилие по результатам анализа дисперсий (ANOVA) и сопоставлению значений критерия Акайке, «штрафующим» за избыток неизвестных параметров. Тестирование моделей выполнялось с помощью программных модулей среды R «ANOVA» и «AIC» (Бабаян и др., 2014). В конечную модель входили факторы, пошаговое включение которых

уменьшало объясненную дисперсию более чем на 1%. Реализация модели и анализ суммарной статистики проводили с помощью встроенных функций статистического пакета R, а также библиотеки *influe* (Bentley et al., 2012).

Для сравнения среднегодовой динамики нестандартизованного улова на ловушку и стандартизованного улова ($CPUE_i$), с помощью модели GLM, использовали индексы (I), получаемые нормированием геометрических средних уловов (G) определенного года (y) к среднему улову за весь период наблюдений (ρ) (Bentley et al., 2012):

$$I_y^C = G_y^C / G_p^C \text{ и } I_y^{CPUE} = G_y^{CPUE} / G_p^{CPUE} \quad (2)$$

Для оценки влияния фактора на годовую динамику производительности промысла рассчитывали среднее значение коэффициентов фактора (ρ) за весь период наблюдений. Затем для каждого года вычисляли среднюю разницу (δ) между средней за весь период и со значением коэффициента в определенном году. Например, для фактора судна уравнения имели вид:

$$\rho^V = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \alpha_{v_i}^V}{n}, \quad (3)$$

$$\delta_y^V = \frac{\sum_{i=1}^{i=n_y} (\alpha_{v_i}^V - \rho^V)}{n_y}, \quad (4)$$

где n — количество записей во всем наборе данных, а n_y — количество записей в году y . В мультипликативной GLM модели используются логарифмированные значения CPUE для преобразования их распределения в нормальное, поэтому для оценки мультипликативного индекса влияния вычисляется экспонента δ :

$$I_y^V = \exp(\delta_y^V). \quad (5)$$

Если I_y^V (индекс для оценки влияния фактора судна (V) в году y) больше 1, то этот фактор увеличил показатель нестандартизованного CPUE в рассматриваемом году. Процедура стандартизации удаляет влияние

Таблица 1. Количество проанализированных порядков и ловушек, в ходе мониторинга промысла камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2016–2018 гг.

Год	Кол-во операций (порядков)	Кол-во ловушек
2016	191	3820
2017	333	6548
2018	306	6352

этого фактора, поэтому стандартизированная величина CPUE будет ниже первоначальной (нестандартизированной). Значение индекса меньше 1 имеет обратный смысл, а равный 1 означает, что фактор не имел влияния на CPUE в анализируемом году. Средний индекс для оценки влияния фактора на динамику CPUE за весь период наблюдений рассчитывается по следующей формуле (Bentley et al., 2012):

$$\bar{I}^V = \exp\left(\frac{\sum_{y=1}^{y=p} \delta_y^V}{p}\right) - 1, \quad (6)$$

где продолжительность периода наблюдений p лет. Этот показатель оценивает уровень влияния фактора на CPUE от года к году. Например, значение 0,1 означает, что фактор изменял величину CPUE в среднем на 10% в каждый год наблюдения в большую или меньшую сторону.

Для сравнительного анализа корректности оценки CPUE, полученного на основе ССД, использовали данные, собранные наблюдателями ПИПРО на борту краболовного судна М-0388 «Александр Машаков». В 2016–2018 гг. было проанализировано 16720 уловов ловушками, собранными в 830 порядков (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2004 г. в ИЭЗ РФ Баренцева моря был начат широкомасштабный промышленный лов камчатского краба, который характеризовался резким увеличением промысловых нагрузок, расширением географии промысла и чрезмерной нагрузкой на популяцию в 2005–2006 гг. (Баканев, 2016). После значительного снижения величины промыс-

лового запаса наблюдалось его постепенное восстановление с ростом ежегодного вылова с 4 до 9 тыс. т с 2010 по 2018 гг. (табл. 2). При этом по сравнению с предыдущими годами эксплуатация запаса осуществлялась на весьма ограниченной акватории (восточная часть ареала) и включала в себя следующие промысловые районы: Восточный прибрежный район, Канинская и Северо-Канинская банки, Мурманское и Канинско-Колгуевское мелководья (рис.1).

Продолжительность промыслового сезона в 2010–2018 гг. варьировала от 2 до 5 месяцев, в последние годы, составляя в среднем 2,5 месяца. Акватория промысла включала в себя несколько промысловых районов и за исследованный период значительно менялась, ежегодно варьируя от 13 тыс. км² в 2018 г. до 36 тыс. км² в 2010 г. Количество добывающих судов с 2010 по 2014 гг. сократилось с 22 до 9, однако последние три года оно сохраняется на уровне 10–11 единиц. Промысел краба в анализируемый период велся в диапазоне придонных температур от 3,6 °С до 9,1 °С. Наиболее производительные участки, которые охватывали более 90% площади акватории промысла, были отмечены при придонных температурах от 5,5 °С до 7,5 °С. Соленость в придонных слоях колебалась в пределах 33,4–34,7‰. Тип грунта был весьма однородным – ил (57%) и илистый песок (43%).

Промысел камчатского краба в Баренцевом море в последние годы осуществлялся трапецевидными (23,9%), прямоугольными (66,4%) и коническими (9,7%) ловушками. Лов коническими ловушками был эпизодическим в 2010–2012 гг. и 2017 г., а основные промысловые усилия в эти годы приходились

Таблица 2. Основные показатели промысла камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2010–2018 гг.

Период промысла		Акватория промысла, тыс. км ²	Кол-во				Вылов, тыс. т
год	месяц		судов	судо-суток лова	промысловых операций	постановок ловушек, тыс. шт.	
2010	VIII–XII	36	22	1059	3338	134	3,940
2011	VIII–XI	21	15	468	1678	69	3,702
2012	VIII–X	28	13	484	1721	67	5,209
2013	VIII–X	20	10	318	1130	38	5,531
2014	IX–X	17	9	305	820	31	5,995
2015	IX–X	14	9	297	862	29	6,381
2016	IX–XI	22	10	420	1369	55	8,300
2017	IX–XI	23	10	501	1858	134	9,285
2018	IX–XI	13	11	480	1658	38	9,187

на прямоугольные и трапециевидные ловушки. Динамика среднего улова на ловушку с 2010–2018 гг. сохранялась положительной за исключением периода 2015–2016 гг. для

прямоугольных ловушек и 2015–2017 гг. для трапециевидных (рис. 2).

Пошаговое включение факторов в модель стандартизации показало, что наи-

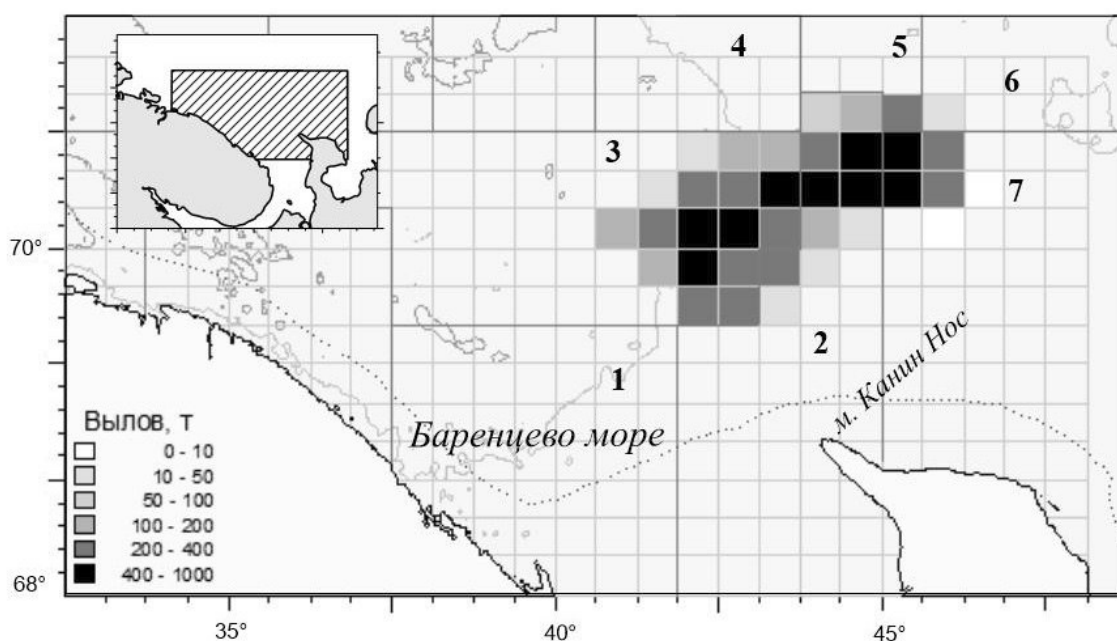


Рис. 1. Районы промысла камчатского краба в Баренцевом море на примере 2018 г. (1 – Восточный прибрежный район, 2 – Канинская банка, 3 – Мурманское мелководье, 4 – Западно-Центральный район, 5 – Северо-Канинская банка, 6 – Северный склон Канино-Колгуевского мелководья, 7 – Канино-Колгуевское мелководье).

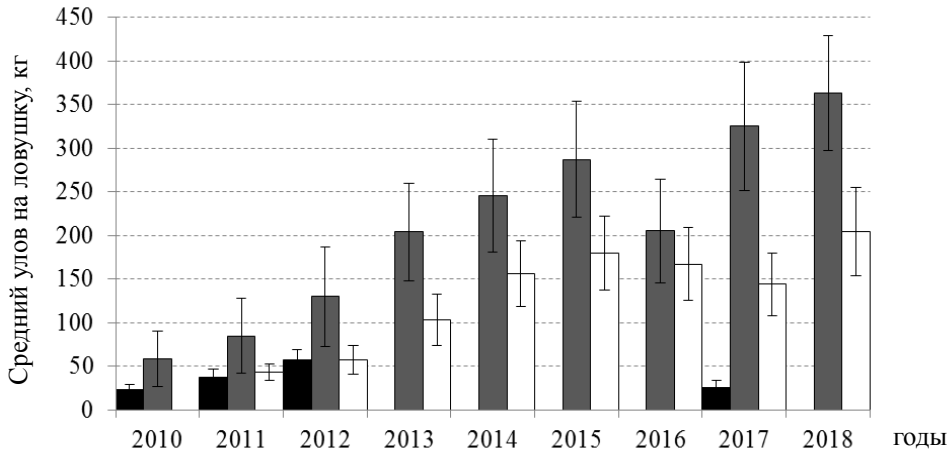


Рис. 2. Динамика среднего улова (кг) камчатского краба на одну коническую (■), прямоугольную (▒) и трапециевидную (□) ловушки в ходе его промысла в ИЭЗ РФ в 2010–2018 гг. (планки погрешностей – стандартное отклонение).

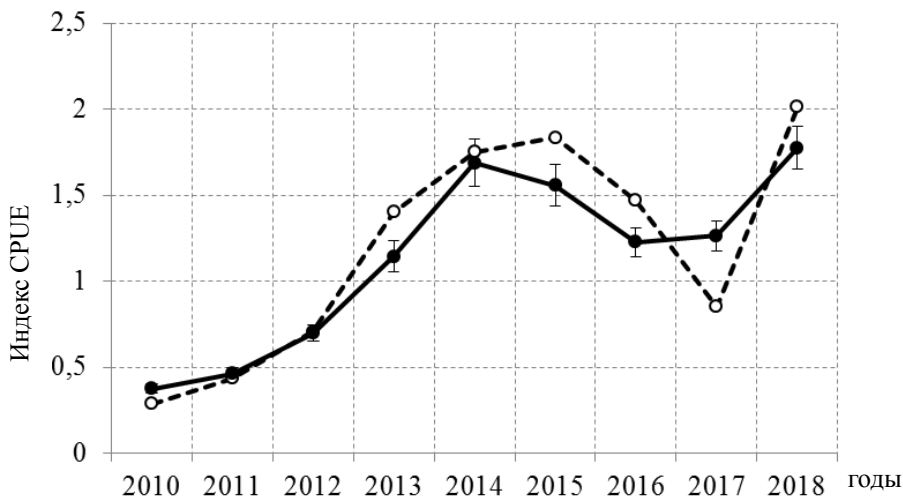


Рис. 3. Не стандартизированный (I^C , пунктирная линия) и стандартизированный (I^{CPUE} , сплошная линия) индексы улова на ловушку (CPUE) камчатского краба в ИЭЗ РФ в Баренцевом море в 2010–2018 гг. (планки погрешностей – стандартное отклонение)

более значимое влияние на ежегодную динамику производительности лова помимо эффекта года (40% объясненной дисперсии) оказывают следующие факторы: судно, тип ловушки, количество ловушек в порядке, месяц (или неделя). При включении в модель временного фактора месяца последующее добавление временного фактора недели при этом не являлось значимым, и, наоборот, при первичном включении фактора недели в мо-

дель последующее добавление фактора месяца, вследствие их взаимной корреляции, не приводило к значимому уменьшению объясненной дисперсии. Несущественное влияние (объясненная дисперсия уменьшалась менее чем на 1%) было отмечено для следующих факторов — район, глубина, температура, соленость, удаленность от берега (табл. 3).

Последующий анализ динамики производительности проводился с помощью GLM,

Таблица 3. Факторы и показатели диагностики модели стандартизации улова на усилие в ходе промысла камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2010–2018 гг. (факторы в модель включаются пошагово)

Фактор	Кол-во степеней свободы	AIC	Объясненная дисперсия (%)	Общий индекс влияния (%)
Год	8	28734	40	-
Судно	13	24524	58	4,85
Тип ловушки	2	21267	69	17,15
Кол-во ловушек	10	20737	70	6,36
Месяц	4	20334	71	5,65
Неделя	16	20170	72	2,32
Район	5	20116	72	2,66
Глубина	5	20171	72	0,33
Температура	6	19915	72	1,12
Соленость	5	19908	72	<0,01
Удаленность от берега	15	19909	72	<0,01

включавшей в себя следующие значимые факторы: судно, тип ловушки, количество ловушек в порядке, месяц. Динамика не стандартизованного (I^C) и стандартизованного ($I^{CPUЕ}$) индексов улова на ловушку совпадает на всем периоде исследований за исключением 2014–2015 и 2016–2017 гг. (рис. 3).

При пошаговом включении факторов в модель существенные изменения динамики индекса ($I^{CPUЕ}$) проявляются на шаге включения фактора типа ловушки. Остальные факторы незначительно корректируют тренд. Динамика индексов влияния факторов показывает, что существенное влияние в GLM оказывает также фактор типа ловушки в отдельные годы (рис. 4). Такие изменения связаны с тем, что в разные промысловые сезоны соотношение и количество типов ловушек менялись. В отдельные годы (2010–2012 и 2017 гг.) промысел некоторыми судами велся только коническими ловушками, а в 2017–2018 гг. количество постановок трапецевидных ловушек превысило количество операций с применением прямоугольных ловушек, доминирующих ранее.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ факторов, влияющих на производительность промысла камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцева моря, показал, что динамика производительности промысла в большей степени зависит от производственных факторов (судна, типа ловушки), нежели от факторов среды (района, глубины, температуры, солености, типа грунта, удаленности от берега). Минимальное влияние факторов среды объясняется тем, что промысел в настоящее время ведется на весьма ограниченном участке, имеющим достаточно однородные природные условия, и проходит в относительно короткие временные рамки. В то же время временной фактор является существенным в рамках промыслового сезона, так как производительность отечественного лова камчатского краба в Баренцевом море в ходе сезона закономерно снижается к его концу (Баканев, 2015).

Весьма существенную роль в интегральной оценке производительности лова играет фактор типа ловушки. Конструктивные отличия конических, трапецевидных и прямоугольных ловушек в значительной

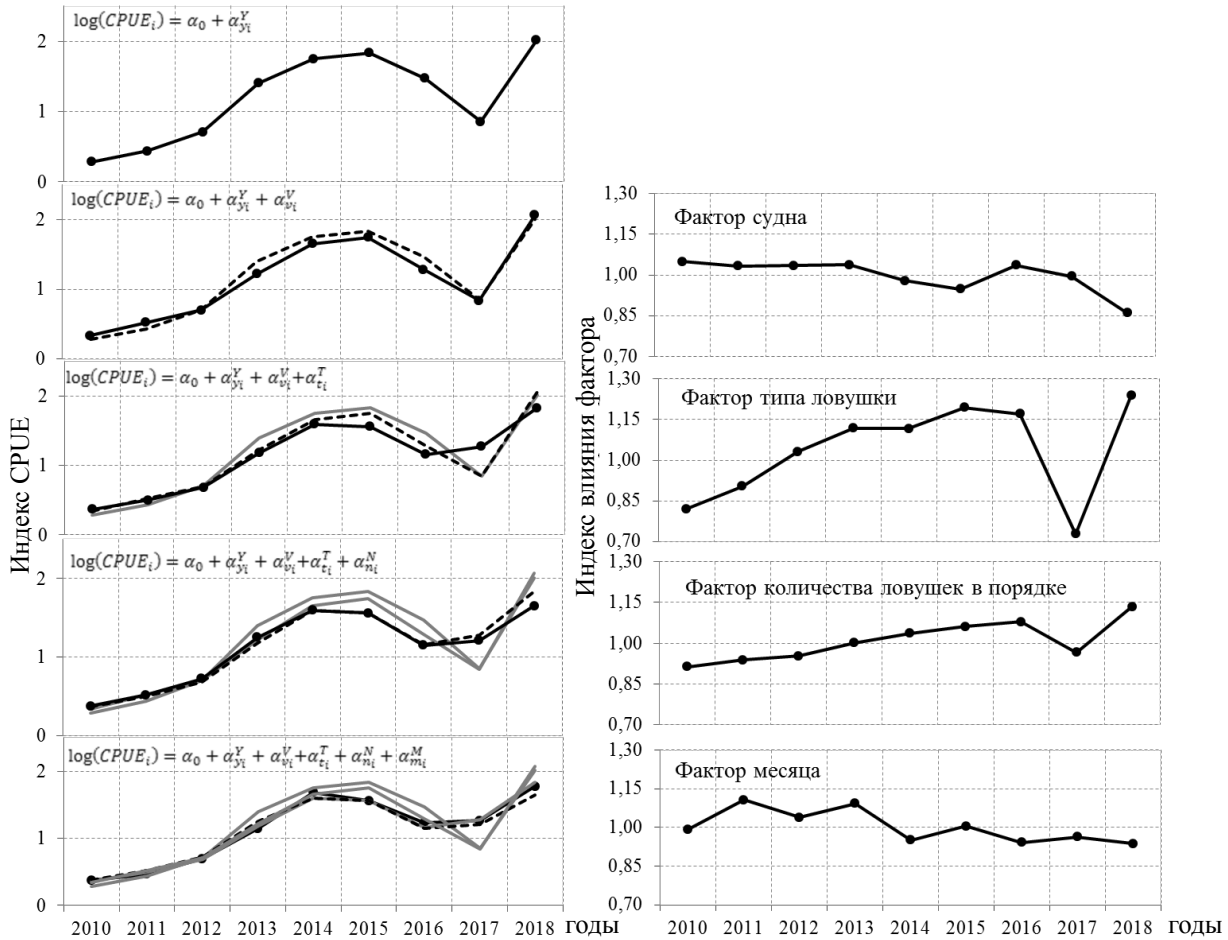


Рис. 4. Динамика индексов CPUE (I^{CPUE} , сплошная линия) при пошаговом включении факторов (пунктирная линия — предыдущий шаг, серые линии — все остальные уже рассмотренные шаги), а также динамика индексов влияния факторов в GLM при стандартизации CPUE камчатского краба в ходе его промысла в ИЭЗ РФ 2010–2018 гг.

мере отражаются на их производительности лова. Использование конических ловушек в 2017 г. заметно снизили не стандартизированный средний улов на усилие в этот год. В то же время это практически не повлияло на показатели в 2010–2012 гг., так как улов данным типом ловушек в эти годы был незначителен (рис. 3 и 4).

Несмотря на то, что влияние факторов среды на производительность лова было незначительным, в последующем при увеличении временного ряда их роль может возрасти. Например, включение фактора района в модель в настоящее время уменьшает объясненную дисперсию на 0,77%, что ниже порогового критерия. Несмотря на это общий

индекс влияния этого фактора составляет 2,66% (табл. 2) и включение этого фактора в модель может менять динамику производительности в отдельные годы (2014–2015 гг.) на противоположную. Возможно, что при увеличении временного ряда и расширении географии промысла этот фактор увеличит свою значимость при стандартизации производительности промысла.

Одним из важных факторов, влияющих на стандартизацию производительности, является количество ловушек, приходящееся на одну операцию, т.е. количество ловушек соединенных в один порядок. Этот же фактор, согласно проведенному сравнительному анализу данных наблюдателей в 2016–

2018 г. и соответствующей промысловой статистики, является источником больших неопределенностей, который может влиять на корректность оценки общей межгодовой динамики производительности промысла. Согласно базе данных среднее количество ловушек в одном порядке во время рейсов, на которых присутствовали наблюдатели, составило 30–41 шт. в 2016–2018 гг. В 2016 г. количество ловушек в порядке варьировало от 18 до 22 шт., а в 2018 г. в среднем составило 21 шт. (с учетом постановок одиночных ловушек). Кроме того, количество операций (постановок порядков) в период нахождения наблюдателей на борту судов заметно отличалось по данным наблюдателей от данных базы «Промысел», сформированной на основе судовых суточных донесений (ССД). Так, средняя производительность лова по данным ССД была выше на 40% в 2016, на 12% в 2017 г. и на 20% в 2018 г., чем по данным наблюдателей. Это несоответствие ставит под сомнение корректность использования величины улова камчатского краба на одну ловушку как показателя CPUE по крайней мере в ИЭЗ РФ Баренцева моря. Для того, чтобы убрать неопределенность фактора количество ловушек в порядке необходимо в качестве усилия принимать не подъем одной ловушки, а сутки лова одного судна. При этом стандартизация улова на судно-сутки лова и выбор факторов влияющих на динамику был проведен в соответствии с методом описанным выше. В финальную модель были включены те же факторы, что и при стандартизации улова на ловушку, за исключением количества ловушек в порядке. Сравнительный анализ динамики индексов CPUE, где в качестве усилия берется одна ловушка и одни сутки лова на одно судно, показал, что тренды в некоторые периоды промысла не совпадают (рис. 5).

Весьма сходная динамика индексов стандартизированных уловов на ловушку и на судно-сутки лова наблюдались в 2010–2014 гг. Противоположные тренды были отмечены для периодов 2014–2015 и 2016–2017 гг. Стоит отметить, что индекс улова

на ловушку в 2018 г. был максимальным за исследовательский период, тогда как индекс улова на судно-сутки лова в этот год был ниже, чем показатели 2014–2016 гг. Возможной причиной такой несогласованности индексов может быть ошибочная оценка индекса улова на ловушку в 2018 г. по причине некорректных сообщений о количестве ловушек и операций (порядков) в ССД. Однако, в соответствии с рисунком 2, нестандартизированные уловы на трапецевидную и прямоугольные ловушки в 2018 г. были на максимальном уровне. Кроме того, сравнение производительности отдельно по судам также показывает, что большинство работавших в период 2013–2018 гг. краболовов в 2018 г. показали максимальные средние уловы на ловушку при средней суточной производительности. Более вероятной причиной несоответствия величин двух индексов в 2018 г. может быть более высокая «гиперстабильность» стандартизированного улова на судно-сутки лова, по сравнению со стандартизированным уловом на ловушку. Насыщение или «гиперстабильность» CPUE обычно свойственна в ситуациях, когда промысловый флот достиг максимальной эффективности и CPUE больше не увеличивается. Запас продолжает расти, а затем может начаться и снижение его биомассы, которое в CPUE не будет отражаться даже после достижения уровня обилия, при котором прекратился рост CPUE вследствие накопления опыта капитанами, модернизации оборудования и прочих технологических факторов (Кулик, 2018; Hilborn, Walters, 1992). В случае с промыслом камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2016–2018 гг. по данным наблюдателей суточная производительность лова была часто ограничена возможностями фабрики по переработке краба и достигала 15–16 т готовой продукции, в то время как насыщенность ловушек камчатским крабом не достигала предельных значений. В соответствии с вышеизложенным, можно сделать вывод, что динамика CPUE, основанная на суточной производительности, в последние годы оказалась менее вариативной и в меньшей степени соответ-

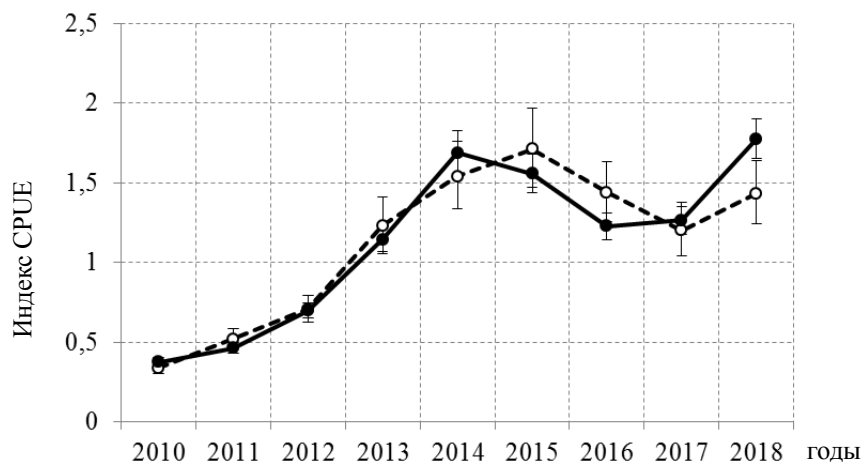


Рис. 5. Динамика индексов стандартизированных уловов на ловушку (сплошная линия) и на судно—сутки лова (пунктирная линия) камчатского краба в ИЭЗ РФ Баренцевом море в 2010—2018 гг. (планки погрешностей — стандартное отклонение).

ствовала динамике состояния запаса, нежели стандартизированный улов на ловушку. Таким образом, при анализе промысловой статистики и стандартизации уловов на усилии целесообразно всесторонне оценивать не только совокупность возможных факторов, влияющих на производительность, но и динамику CPUE, полученную разными типами усилий. Несмотря на неопределенности в базе данных, сформированной на основе ССД, для оценки состояния запаса в настоящее время необходимо использовать индекс производительности, полученный при стандартизации средних уловов на ловушку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время межгодовая динамика производительности отечественного промысла камчатского краба баренцевоморской популяции в большей степени зависит от производственных факторов (судна, типа ловушки), нежели от факторов среды (района, глубины, температуры, солености, типа грунта, удаленности от берега). С увеличением временного ряда и географии промысла вероятно увеличение влияния таких предикторов как: район, глубина и удаленность от берега. Повышение значимости фактора температуры возможно при увеличении сезона промысла, тогда как в настоящее вре-

мя, с учетом коротких промысловых сезонов 2014—2018 гг., вклад его незначителен.

При анализе данных промысловой статистики необходимо учитывать данные наблюдателей для оценки корректности базы данных, сформированной на основе ССД. Производительность лова по базе данных ССД может превышать на 12—40% такую, полученную по данным наблюдателей. Это несоответствие связано с систематическими ошибками о количестве обработанных ловушек при подаче ССД.

Выяснено, что орудия лова, используемые на промысле камчатского краба в Баренцевом море, в настоящее время в меньшей степени испытывают насыщение, которое необходимо учитывать в стандартизации, в то время как суточный вылов может быть ограничен возможностями судовых фабрик по переработке краба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А. и др. Оценка запасов и ОДУ минтая в Охотском море с использованием данных ИС «Рыболовство» // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 3—17.

Баканев С.В. Оценка состояния запаса камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в российских водах Баренце-

- ва моря в 1994–2011 гг. // Тр. ВНИРО. 2014. Том 151. С. 27–35.
- Баканев С.В. Оценка запаса камчатского краба в Баренцевом море с использованием моделей истощения // Вопр. рыболовства. 2015. Т. 16. № 4. С.465–476.
- Баканев С.В. Оценка правила регулирования промысла камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в российских водах Баренцева моря // Тр. ВНИРО. 2016. Т. 163. С. 25–35.
- Кулик В.В. Использование температуры поверхности океана при оценке запаса тихоокеанской сайры (*Cololabis saira*) в Комиссии по рыболовству в северной части Тихого океана // Процессы в геосредах. 2018. Т. 3. № 17. С. 76–77.
- Титов О.В., Ожигин В.К., Гусев Е.В., Ившин В.А. Теория функционирования экосистемы Баренцева моря: промыслово-океанографические аспекты // Матер. отчет. сессии ПИНРО, посвященной 85-летию института. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2007. С.176–192.
- Bentley N., Kendrick T.H., Starr P.J., Breen P.A. Influence plots and metrics: tools for better understanding fisheries catch-per-unit-effort standardizations // ICES J. Marine Science. 2012. V. 69. P 84–88.
- Bishop J. Standardizing fishery-dependent catch and effort data in complex fisheries with technology change // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2006. V. 16. P. 21–38.
- Harley S.J., Myers R.A., Dunn A. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. 2001. V. 58. P. 1760–1772.
- Hilborn R., Walters C.J. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. New York: Chapman & Hall, 1992. 570 p.
- Maunder M.N., Punt A.E. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches // Fisheries Research. 2004. V. 70. № 2–3. P. 141–159.
- Maunder M.N., Sibert J.R., Fonteneau A., et al. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities // ICES J. Marine Science. 2006. V. 63. P. 1373–1385.
- Venables W., Dichmont C.M. GLMs, GAMs and GLMMs: an overview of theory for applications in fisheries research // Fisheries Research. 2004. V. 70. P. 315–333.
- Ye Y., Dennis D. How reliable are the abundance indices derived from commercial catch–effort standardization? // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. 2009. V. 66. P. 1169–1178.

STANDARDIZATION OF THE RED KING CRAB FISHERY EFFICIENCY IN THE RUSSIAN PART IN THE BARENTS SEA IN 2010–2018 USING GENERALIZED LINEAR MODEL

© 2019 y S. V. Bakanev

Polar branch of The Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (PINRO Murmansk), 183038

A generalized linear model (GLM) was used to assess the factors affecting the red king crab fishery efficiency in the Russian EEZ in the Barents Sea in 2010–2018. It was found that the efficiency dynamics mostly depend on production factors (type of trap and vessel), rather than environmental factors (depth, temperature, salinity, bottom type, distance from the coast). Step-by-step inclusion of factors in the standardization model has shown that the annual fishery efficiency dynamics in addition to the year effect (40% of the explained variance) are mostly influenced by the following factors: vessel, trap type, number of traps in order, month (or week). It is possible that the temperature factor significance will be increased with an increase in the fishing season, whereas now, subject to the short fishing seasons in 2014–2018, its contribution is insignificant.

Key words: the red king crab, the Barents Sea, fishery production, generalized linear model, environmental factors

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 639.2 (265)

**МУЛЬТИМОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ
НЕКОТОРЫХ ЕДИНИЦ ЗАПАСА ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА**

© 2019 И. С. Черниенко, Э. П. Черниенко

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), Владивосток, 690091

E-mail: chernienko.igor@gmail.com

Поступила в редакцию 7.09.2019 г.

Применение современных методов оценки и прогнозирования запасов водных биологических ресурсов (ВБР) диктуется как потребностями отечественного народного хозяйства, так и необходимостью вести промысел в соответствии с международными соглашениями. По этой причине в последние годы в практике определения допустимых объемов изъятия все более широкое применение находит математическое моделирование. Это, с одной стороны, приводит к тому, что часть специалистов испытывает сложности в выборе математических моделей и методов оценки их параметров. С другой стороны, при выборе одной модели отвергаются прочие, которые могут иметь определенные достоинства. Кроме того, разные хозяйствующие субъекты в целях управления промыслом могут использовать субъективно равнозначные модели, приводящие к существенно различающимся результатам. Из этого следует, что при принятии управляющих решений желательно учитывать разные сценарии. В представленной работе рассмотрены некоторые аспекты выбора модели и мультимодельного вывода на примере нескольких единиц запаса Сахалино-Курильского региона.

Ключевые слова: математическое моделирование, продукционные модели выбор модели, мультимодельный подход.

ВВЕДЕНИЕ

Высокий уровень эксплуатации, флуктуации условий обитания водных гидробионтов и непростой характер межрегионального и международного распределения объемов добычи водных биологических ресурсов (ВБР) повышает требования к научному обеспечению принятия управляющих решений в рыбном хозяйстве (ФАО, 1995). В целях оптимизации отечественного промысла, а также взаимодействия с зарубежными пользователями ВБР применение математических моделей было регламентировано приказом ФАР (Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 № 104). Это привело к тому, что специалисты столкнулись с определенными трудностями в выборе моделей и методов оценки их параметров. Выбор модели может быть в разной степени объекти-

вен: специалист может отталкиваться от представлений о механизмах динамики обилия той или иной единицы запаса, характера имеющихся данных, либо в соответствии со своей квалификацией или личными предпочтениями, наличием программного обеспечения, реализующего тот или иной метод и т.д. Выбрав же определенную модель, специалист продолжает расчеты так, словно данные генерировались в соответствии с выбранной моделью (Jiao, et al, 2009). В отечественной практике крайне редко встречаются случаи применения методов, специально разработанных для выбора модели.

Любая модель, предназначенная для оценки и прогнозирования состояния запаса, основана на определенных знаниях, представлениях о характере динамики численности и/

или биомассы объекта промысла. Исходя из этих знаний и представлений формулируются некоторые допущения, которые, в свою очередь, записываются в виде математических выражений. При этом модель может быть основана на различных взглядах на описываемый процесс, в разной степени упрощена или детализирована. Из используемого в настоящее время в рыбохозяйственной науке разнообразия моделей, для определенного вида ВБР несложно подобрать, как минимум, несколько, соответствующих тем или иным представлениям о динамике его запаса. При этом различные допущения о характере динамики могут быть субъективно равноценны, т.е. рассматриваться специалистом как в равной степени справедливые. Очевидно, что, ограничиваясь выбором какой-либо одной модели, мы, во-первых, теряем возможные преимущества отвергнутых моделей и во-вторых, рискуем столкнуться с альтернативной оценкой, выполненной другим хозяйствующим субъектом, т.е. вызвать конфликт управляющих решений. Таким образом, целесообразно было бы применить процедуру, оценивающую преимущества той или иной модели, или же использовать несколько моделей одновременно.

Вышесказанное связано с одним из видов неопределенности, мало рассмотренных в отечественной рыбохозяйственной литературе — неопределенностью модели (Бабаян, 2000). Современные методы позволяют оценивать эту неопределенность, учитывать и использовать ее в регулировании промысла ВБР.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Совместное использование множества моделей для решения определенной задачи называют мультимодельным подходом (Burnham, Anderson, 2002). Это предполагает формирование набора альтернативных гипотез H_1, H_2, \dots, H_n , для каждой из которых подбирается соответствующая математическая модель (Chamberlin, 1965). Таким образом, вместо того, чтобы находить, согласно парадигме Фишера, соотношение

вероятностей нулевой и альтернативной гипотез, предлагается оценить относительную степень обоснованности каждой из рассматриваемых моделей. В рамках этой парадигмы сформулирована методология выбора модели и мультимодельного вывода (Burnham, Anderson, 2002). В ее основе лежит теория информации Кульбака-Лейблера (Kullback, Leibler, 1951). В терминологии мультимодельного подхода, альтернативные модели, независимо описывающие динамику изучаемой величины (в нашем случае запаса) называют моделями-кандидатами (Burnham, Anderson, 2002).

Статистический характер мультимодельного вывода имеет прямое отношение к оценке неопределенности модели, которая мало учитывается при прогнозировании, в отличие от прочих видов неопределенности (Бабаян, 2000).

В представленной работе использованы материалы по следующим единицам запаса: колючий краб Восточного Сахалина, синий краб Восточного Сахалина, краб-стригун опилио Восточного и Западного Сахалина, тихоокеанская навага Южных Курил за 1978–2016 гг. По колючему крабу использованы материалы, полученные в рамках контрольного лова и НИР в 1998–2002, 2005, 2006, 2010–2014 гг. у восточного побережья о. Сахалин в границах $46^{\circ}00' - 50^{\circ}15'$ с.ш. (1609 станций, 10825 промеров). Материалы по синему крабу охватывают период с 1993 по 2017 г., использованы данные 1485 промысловых ловушечных порядков и промеров 18970 экз. Для моделирования динамики биомассы запаса краба-стригуна опилио Восточно-Сахалинской подзоны использовали материалы учетных траловых съемок 1984–2014 гг. и данные наблюдений на промысле за 1993–2016 гг. Для моделирования динамики биомассы запаса краба-стригуна опилио Восточно-Сахалинской подзоны привлечены материалы контрольного лова и НИР за длительный период исследований (1995–2008 и 2011–2013 гг., 3251 станция, на промер и биоанализ — более 43 тыс. экз.). Материалы по наваге содержат данные об

уловах и уловах на усилие за 2003–2017 гг. Кроме того, для всех единиц запаса получены данные об уловах на судо–сутки из ИС «Рыболовство» за 2002–2016 гг.

Для моделирования динамики численности использовали несколько продукционных моделей, представленных в форме пространства состояний (Newman et al., 2014). Модель в пространстве состояний, в общем виде может быть представлена как

$$B_t = f(B_{t-1}) + \varepsilon_{t-1}, \quad (1)$$

$$I_t = qB_t + v_t, \quad (2)$$

где B_t — биомасса запаса в год t , $f(B_{t-1})$ — функция, описывающая изменение биомассы во времени, ε_t — шум процесса, случайное отклонение биомассы от значения, рассчитанного по модели, I_t — вектор значений индексов биомассы запаса (улов на усилие, оценка запаса по съемке и т.д.) в года t , q — матрица коэффициентов улавливаемости, v_t — вектор ошибок наблюдения — отклонений значений индекса от текущей величины в результате инструментальной погрешности. Применяли сигма-точечный фильтр Калмана (Särkkä, 2013). Параметры фильтра находили максимизацией функции правдоподобия при помощи генетического алгоритма (Михеев, 2016).

Фильтр Калмана относится к эффективным рекурсивным фильтрам и оценивает вектор состояния системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений (Meinhold, Singpurwalla, 1983). В нашем случае под состоянием понимается значение биомассы запаса в момент t , B_t . Работа алгоритма на каждом шаге включает два этапа: прогнозирования и коррекции. На первом этапе фильтр Калмана экстраполирует значения переменных состояния, а также их неопределенности используя некоторую модель. На втором — результат экстраполяции уточняется с учетом данных измерения, полученного с некоторой ошибкой. Если наблюдение в какой-либо момент времени отсутствует, то этап коррекции может быть пропущен и оценка состояния, таким образом, является нескорректированной, рассчитанной по мо-

дели величиной. Коррекция выполняется при помощи коэффициентов усиления Калмана, определяющих вес модельной и наблюдаемой величины. Коэффициенты рассчитываются исходя из показателей вариации стохастической компоненты процесса (шума процесса) и ошибки наблюдения. Фильтр Калмана разработан для линейных моделей, в нашем же случае модели динамики биомассы нелинейны. В подобных случаях используют модификации фильтра Калмана, такие как расширенный и сигма-точечный фильтры (Wang, 2007). Расширенный фильтр Калмана линеаризует уравнение процесса. Он связан с большим объемом вычислений и может вести к значительным погрешностям (Wan, Merwe van der, 2001), поэтому его использование сочли нецелесообразным. В качестве альтернативы использовали сигма-точечный фильтр Калмана, позволяющий использовать рекурсивные шаги классического фильтра Калмана без линеаризации уравнений процесса. Более подробное описание алгоритмов можно найти, например, в Wan, Merwe van der, 2001, и их применение в моделировании биологических процессов (Wang, 2007).

Для оценки параметров модели необходимо найти максимум функции правдоподобия, зависящий от этих параметров и исходных данных. Для моделей в пространстве состояний, при использовании наиболее распространенных в настоящее время методов — градиентных, байесовских, автоматического дифференцирования, это может оказаться затруднительным (Auger-Méthé et al., 2016). Для оптимизации параметров фильтра использовали генетический алгоритм (Михеев, 2016). Генетический алгоритм основан на имитации процессов мутаций и отбора и имитирует эволюционные процессы с целью оптимизации сложных функций (Рутковская и др., 2007).

Использованный в работе набор моделей-кандидатов ($f(B)$ в (1)) включает четыре модели.

Модель с приростом продукции по функции Шеффера

$$B_t = B_{t-1} + rB_{t-1} \left(1 - \frac{B_{t-1}}{B_V} \right) - Y_{t-1}, \quad (3)$$

здесь Y_t — изъятие в год t , B_V — биомасса необлавливаемого запаса (девственная биомасса), r — параметр роста, внутренне приращуемого запаса (Quinn, Deriso, 1999).

Модель с приростом продукции по функции Пелла-Томлинсона

$$B_t = B_{t-1} + \frac{r}{p} B_{t-1} \left(1 - \left(\frac{B_{t-1}}{B_V} \right)^p \right) - Y_{t-1}, \quad (4)$$

где p — параметр асимметрии кривой равновесной продукции (Quinn, Deriso, 1999).

Модель с приростом продукции по уравнению Рикера

$$B_t = sB_t - 1 + aB_t - 1e^{-bB_t} - 1 - Y_t - 1, \quad (5)$$

где s — коэффициент годовой естественной убыли, a и b коэффициенты, соответственно, параметра и масштаба функции Рикера. Следует еще раз подчеркнуть, что в данном случае рассматривали функцию Рикера не как модель запас-пополнение, а именно как функцию прироста биомассы.

Модель Деризо-Шнютэ (Schnute, 1985, 1987)

$$B_t = e^{-M} (1 + \rho) (B_{t-1} - Y_{t-1}) - \rho e^{-2M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}} \right) (B_{t-1} - Y_{t-1}) - e^{-M} \left(1 - \frac{Y_{t-1}}{B_{t-1}} \right) \rho w_{a_R-1} R_{t-1} + w_{a_R} R_t \quad (6)$$

где ρ — коэффициент прироста массы тела в уравнении Форда-Уолфорда, M — мгновенный коэффициент естественной смертности, a_R — возраст пополнения, w_{a_R} и w_{a_R-1} соответственно, вес рекрута и предрекрута, R_t — численность пополнения в год t . Пополнение описывали уравнением Рикера

$$R_t = aB_{t-a_R} e^{-bB_{t-a_R}}. \quad (7)$$

Модель параметризовали через биомассу необлавливаемого запаса B_V способом, описанным в Meyer (Meyer, Millar, 1998) и Черниенко (Черниенко, 2016). Оценивали B_V , M , a и b , а также (как и для прочих моделей) параметры вариации шума процесса

и ошибки наблюдения остальные параметры получали из материалов исследований, либо по литературным данным (Галанин, Дегтерева, 2013; Михеев, 1999; Михеев и др., 2012; Первеева, 2005; Сафронов, 1986).

Различные модели-кандидаты полагали соответствующими различным гипотезам о характере обратной связи запаса в текущий и предыдущие моменты времени:

1. *Модель Шеффера*: Естественный прирост запаса определяется его биомассой и не зависит от возрастной структуры, запас при изменении величины изъятия мгновенно переходит в новое равновесное состояние, максимальная продукция и вылов достигаются при биомассе запаса, равном $1/2$ от биомассы необлавливаемого запаса;

2. *Модель Пелла-Томлинсона*: к положению, справедливым для модели Шеффера, добавляется фактор, смещающий биомассу максимального изъятия от $1/2$ от девственной биомассы влево или вправо;

3. *Модель Рикера*: в структуре запаса выделяется пополнение, биомасса которого зависит от биомассы запаса в предыдущий момент времени;

4. *Модель Деризо-Шнютэ*: продукция определяется весовым ростом особей, текущая биомасса промыслового запаса зависит от биомассы промыслового запаса нескольких предыдущих моментов времени, что обусловлено возрастной структурой промыслового запаса.

Поскольку в данной работе используется стохастическое представление продукционных моделей, равновесие здесь следует понимать как некоторые области с определенными математическими ожиданиями, в которых запас будет находиться при определенном уровне изъятия (Bordet, Rivist, 2014; Pedersen, Berg, 2017). Ширина этих областей будет определяться шумом процесса.

Для сравнения степени обоснованности выбора моделей-кандидатов необходимо оценить их соответствие имеющимся данным. Известно, что увеличение количества параметров в модели ведет к более точному приближению расчетных значений к изме-

ренным. Однако, с увеличением числа параметров растет вероятность того, что на их оценку повлияют характерные для конкретного набора данных случайные изменения, что может резко снизить точность выполненного по такой модели прогноза. Для поиска компромисса между качеством подгонки и числом параметров в мультимодельном подходе используют информационные критерии, такие как критерий Акаике. Информационные критерии позволяют выбрать наиболее соответствующую данным модель и рассчитать веса для различных моделей-кандидатов, если предполагается использовать несколько моделей одновременно. Критерий Акаике относят к теоретико-информационным методам, которые, в свою очередь, считаются расширением метода максимального правдоподобия, предложенного Р. Фишером (Burnham, Anderson, 2002). Информационный критерий не только учитывает качество подгонки модели к данным, но и штрафует модель по количеству параметров.

Информационный критерий Акаике для модели-кандидата M_c рассчитывается по формуле

$$AIC_{M_c} = -2l_{M_c} + 2K_{M_c}, \quad (8)$$

где $l_{M_c} = \log(L(\theta_{M_c} \vee y))$ — логарифм функции правдоподобия L для модели-кандидата M_c с параметрами θ при наборе данных y , K — количество параметров (более строго — длина вектора параметров θ модели-кандидата M_c). Как правило, при выборе модели из набора моделей-кандидатов ограничиваются расчетом информационного критерия. При этом важно отметить, что необходимо использовать один и тот же набор данных.

Для использования набора моделей определяют их веса w_M , в соответствии с информационным критерием (Burnham, Anderson, 2002; Millar и др., 2015):

$$w_M = \frac{\exp\left(\frac{-1}{2} AIC_M\right)}{\sum_{i=1}^{n_M} \exp\left(\frac{-1}{2} AIC_i\right)} \quad (9)$$

где n_M — число моделей-кандидатов.

В рамках мультимодельного подхода, в случае, если вес модели равен, либо превышает 0,9, то используется только эта модель-кандидат. В противном случае, используют осреднение модельных оценок в соответствии с весом каждой из моделей-кандидатов. Такая процедура позволяет снизить неопределенность выбора модели.

В разные моменты модели-кандидаты могут демонстрировать неодинаковое качество подгонки, поэтому имеет смысл рассмотреть динамику весов для рядов различной длины (Михеев, 2018), по аналогии с процедурой «складного ножа» (Шитиков, Розенберг, 2013). Кроме того, целесообразно сравнить качество прогнозов, сократив ряд, и рассмотрев его соответствие прогноза текущим данным, т.е. выполнить ретропрогноз (Михеев, 2018). Сопоставление подогнанных и спрогнозированных оценок по укороченному ряду, также называют «сравнением прогностических способностей» — «forecast skill testing» (Thorson, 2019).

Для оценки качества ретропрогнозирования вычисляли квадрат разности между оценкой состояния по полным данным и прогнозом состояний по укороченному ряду, рассчитывали на основе суммы разности квадратов информационный критерий Акаике и оценивали веса. Частный случай информационного критерия Акаике для суммы квадратов остатков рассчитывается по формуле (Burnham, Anderson, 2002).

$$AIC_M = n \log(\sigma_M^2 \wedge) + 2K_M \quad (10)$$

где n — объем выборки, σ_M^2 — сумма квадратов остатков.

Поскольку рассматривалась не подгонка модели к рядам данных, а именно ее прогностическая способность, сочли допустимым не брать во внимание число параметров в сравниваемых моделях и рассмотрели регрессию прогнозных значений на текущие оценки. Предположению о том, что модель не дает систематически завышенного или заниженного прогноза соответствует уравнение $P=E$, где E — текущая оценка запаса, а P — соответствующий ей прогноз по ук-

роченному ряду. Таким образом, характеристикой прогностической способности может служить лишь разброс прогноза относительно оценок, и АИС для ретропрогноза может быть рассчитан по формуле (10) с числом параметров $K=0$.

$$AIC_{M_{Retro}} = n \log(\sigma_M^2) \quad (11)$$

n здесь соответствует числу пар текущих и прогнозных оценок. Веса рассчитывали по формуле (9).

Таким образом, для рассмотренных моделей-кандидатов получали два ряда весов: по подгонке и по прогнозу. Ряды весов по подгонке получали последовательно сокращая выборку на один год (Михеев, 2018), рассчитывая АИС по (8) и веса по (9). Веса по прогнозу получали, последовательно сокращая выборку на один год, рассчитывая запас, и затем — прогноз для этого года по этой же выборке, сокращенной на два года. После этого получали отклонения прогноза от оценки, рассчитывали АИС по (11) и веса по (9). Каждый ретропрогноз дает только одну пару из оценки и предсказания. По этой причине, для того чтобы получить ряд весов, основанных на стандартном отклонении оценки и прогноза использовали «скользящий» вес: вычисляли стандартное отклонение для ряда из трех лет — года текущего ретропрогноза и двух предыдущих.

Выше упоминалось, что веса моделей-кандидатов могут рассматриваться как случайные величины (Михеев, 2018; Burnham, Anderson, 2002; Claeskens, Hjort, 2010). Со стохастическим характером весов связана неопределенность выбора модели, которая может быть учтена при оценке и прогнозировании величины запаса (Burnham, Anderson, 2002). Набор весов может быть охарактеризован некоторым распределением, характеристики которого и могут быть использованы для описания неопределенности модели.

Исходя из стохастического характера весов мы можем сказать, что каждый их набор является реализацией многомерной случайной величины, при этом сумма весов равна единице. Для описания вероятностных рас-

пределений связанных величин с единичной суммой используют распределение Дирихле (Де Гроот, 1974). Параметры распределения Дирихле, подогнанного к полученным весам, рассматривали как характеристики неопределенности модели. Используя полученные оценки параметров, генерировали выборки из распределений весов для каждого года, после чего выполняли имитации с осреднением для каждого года и прогнозом, получая, таким образом, доверительные интервалы.

Расчеты выполняли с использованием языка сценариев R, с пакетами GA (генетические алгоритмы оптимизации параметров моделей) (Scrusca, 2013), Compositional (Tsagris, Athineou, 2019). Для реализации сигма-точечного фильтра Калмана использовали функции для языка сценариев R, написанные С. Гелиссеном (Gelissen, 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Веса моделей-кандидатов, рассчитанные по подгонке и по прогнозу, существенно различались. Соответственно, различался и характер их распределений (рис. 1–5, табл. 1–5). В первом случае наибольший вес для всех наборов данных был получен для модели Шеффера, во втором — модели с приростом продукции по уравнению Рикера или модели Деризо-Шнютэ. В случае с весами по подгонке очевидно, что при практически одинаковом соответствии данным, преимущество имеет модель с наименьшим числом параметров. При оценке весов на основе прогноза преимущество получают основанные на более реалистичных с биологической точки зрения допущениях модели с функцией Рикера и Деризо-Шнютэ. Необходимо отметить, что простейшая из использованных моделей Шеффера имеет сравнительно большой вес по прогнозированию для коротких и/или сильно зашумленных рядов. Таковыми являются данные по колючему и синему крабам Восточного Сахалина, а также наваге Южных Курил.

Веса моделей с функцией Рикера и Деризо-Шнютэ демонстрируют тенден-

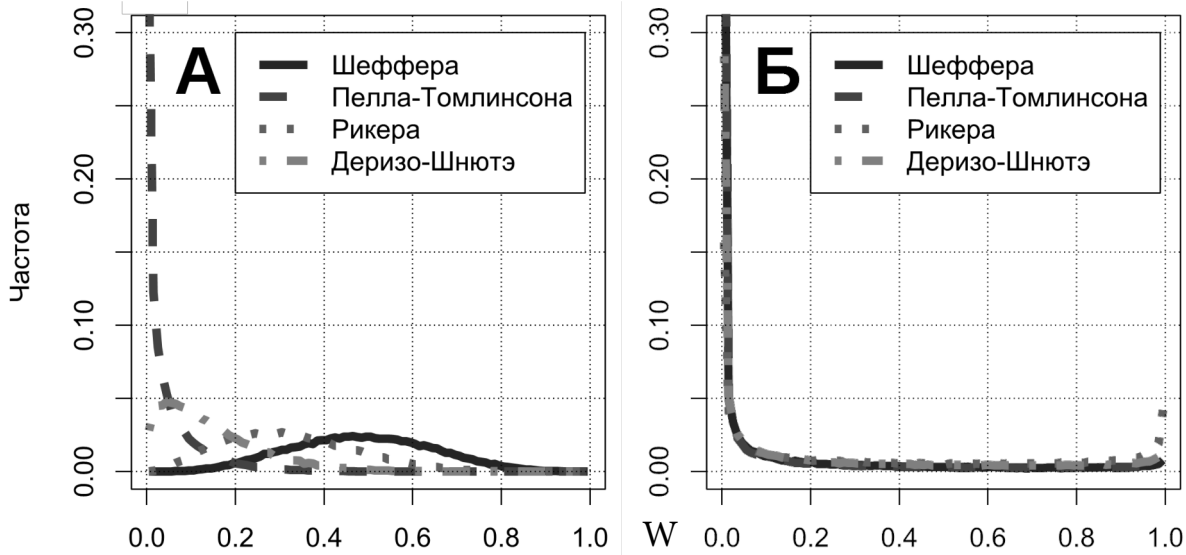


Рис. 1. Профили плотностей распределения весов моделей для краба-стригуна опилио Западного Сахалина (А — по подгонке, Б — по ретропрогнозу).

Таблица 1. Математические ожидания весов моделей для краба-стригуна опилио Западного Сахалина

Модель	Подгонка	Прогноз
Шеффера	0,48	0,10
Пелла-Томлинсона	0,05	0,06
Рикера	0,32	0,28
Деризо-Шнютэ	0,14	0,55

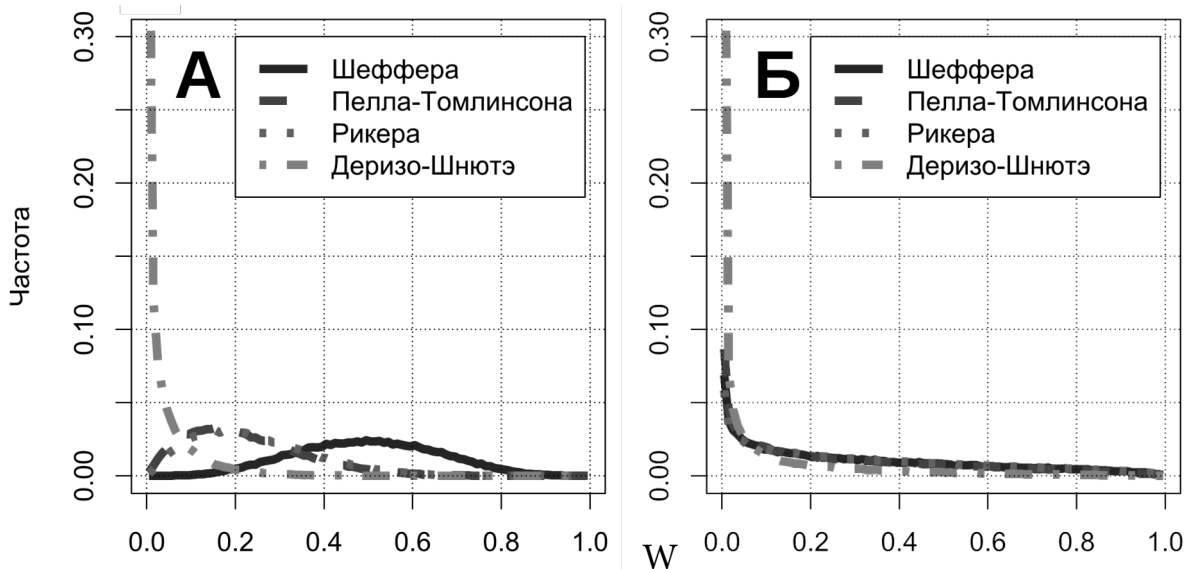


Рис. 2. Профили плотностей распределения весов моделей для колючего краба Восточного Сахалина (А — по подгонке, Б — по ретропрогнозу).

Таблица 2. Математические ожидания весов моделей для колючего краба Восточного Сахалина

Модель	Подгонка	Прогноз
Шеффера	0,50	0,30
Пелла-Томлинсона	0,22	0,28
Рикера	0,24	0,32
Деризо-Шнютэ	0,04	0,10

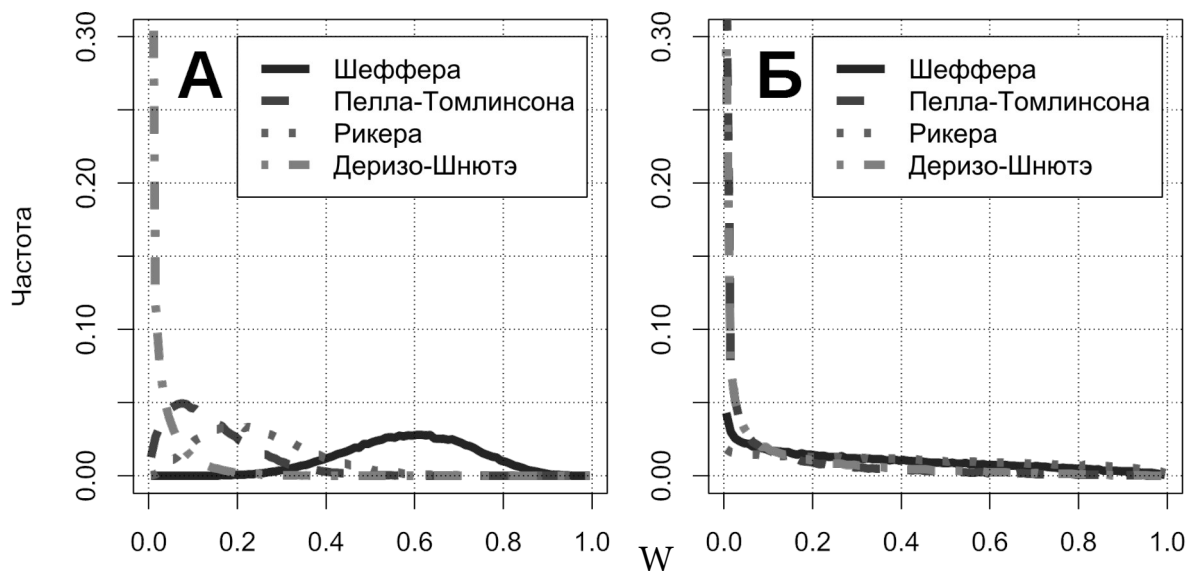


Рис. 3. Профили плотностей распределения весов моделей для синего краба Восточного Сахалина (А – по подгонке, Б – по ретропрогнозу).

Таблица 3. Математические ожидания весов моделей для синего краба Восточного Сахалина

Модель	Подгонка	Прогноз
Шеффера	0,59	0,33
Пелла-Томлинсона	0,14	0,12
Рикера	0,24	0,41
Деризо-Шнютэ	0,03	0,14

цию к увеличению с ростом длины ряда на одном и том же наборе данных.

Интересно, с практической точки зрения, обратить внимание на характер распределения весов моделей-кандидатов. Разброс напрямую связан, как с качеством подгонки, так и с качеством прогноза. В плотности распределений по подгонке для краба-стригуна

опилию восточного Сахалина можно отметить отчетливые пики для моделей Шеффера, Рикера и Деризо-Шнютэ. В плотностях распределений весов по прогнозу можно отметить выраженные максимумы для моделей Рикера и Деризо-Шнютэ (рис. 4). При осреднении моделей получен сравнительно узкий доверительный интервал (рис. 6). Для

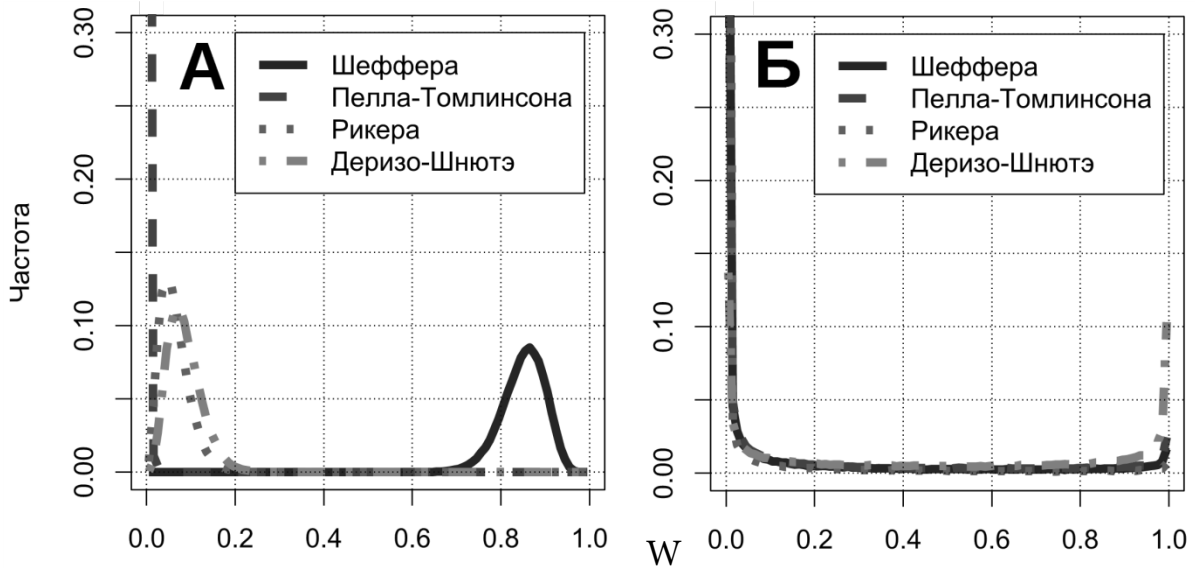


Рис. 4. Профили плотностей распределения весов моделей для краба-стригуна опилию Восточного Сахалина (А – по подгонке, Б – по ретропрогнозу).

Таблица 4. Математические ожидания весов моделей для краба-стригуна опилило Восточного Сахалина

Модель	Подгонка	Прогноз
Шеффера	0,85	0,19
Пелла-Томлинсона	0,00	0,10
Рикера	0,06	0,24
Деризо-Шнютэ	0,09	0,47

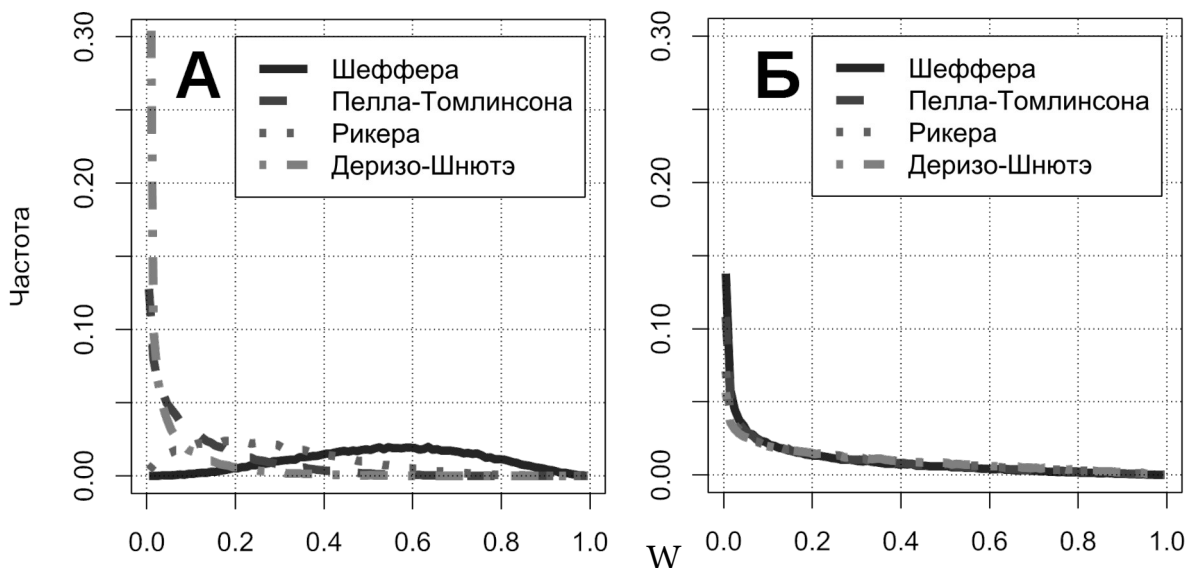


Рис. 5. Профили плотностей распределения весов моделей по прогнозу для наваги Южных Курил.

Таблица 5. Математические ожидания весов моделей для наваги Южных Курил

Модель	Подгонка	Прогноз
Шеффера	0,60	0,21
Пелла-Томлинсона	0,11	0,23
Рикера	0,21	0,27
Деризо-Шнюгэ	0,08	0,29

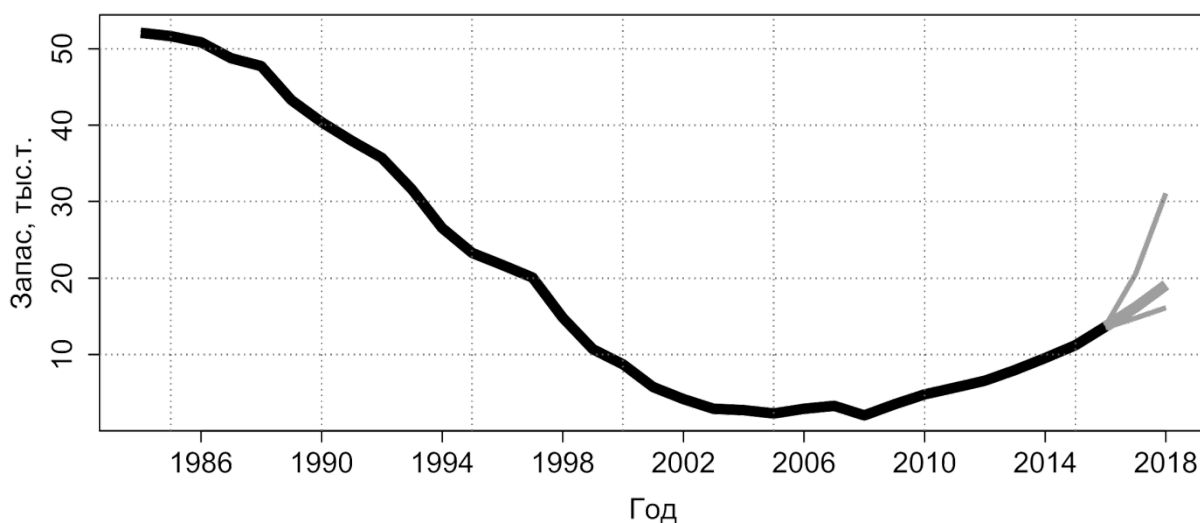


Рис. 6. Осредненные с учетом распределений весов моделей оценка и прогноз запаса краба-стригуна опилию Северо-Восточного Сахалина.

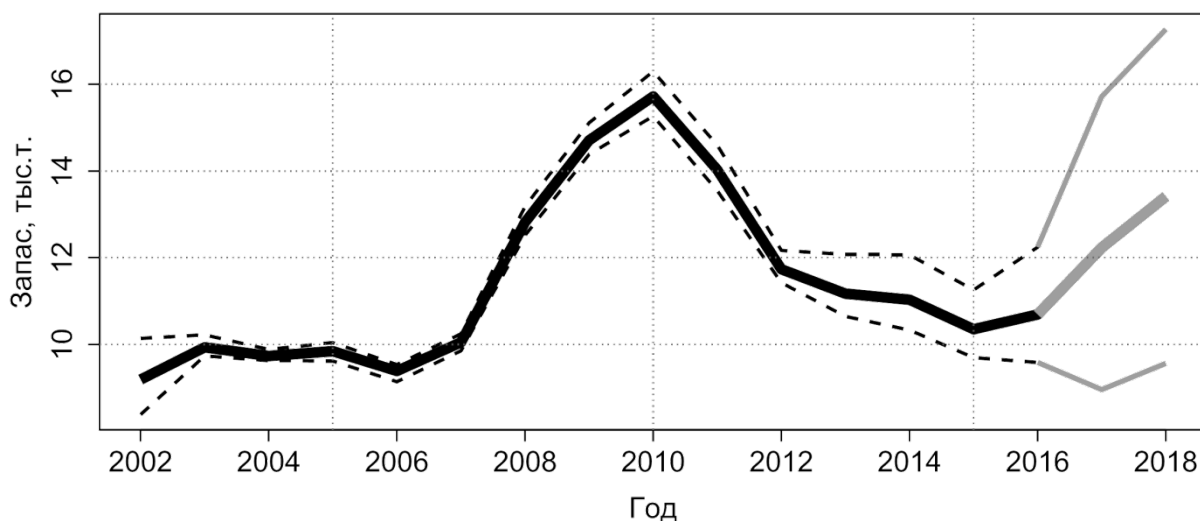


Рис. 7. Осредненные с учетом распределений весов моделей оценка и прогноз запаса наваги Южных Курил.

весов, оцененных по материалам исследований наваги Южных Курил характерен широкий разброс весов по подгонке и почти одинаковые значения математических ожиданий весов по прогнозу для всех моделей-кандидатов. При осреднении получен широкий доверительный интервал, характеризующий высокую неопределенность модели (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на предварительный характер представленных результатов, уже сейчас можно сделать ряд важных выводов. При наличии коротких рядов, а также их сильном зашумлении следует отдать предпочтение модели Шеффера, либо с приростом продукции, моделируемым моделью Рикера. На длинных рядах предпочтительнее использовать более детализированные модели. Считаем более практичным при осреднении моделей ориентироваться на ретропрогнозирование.

Рассмотренные процедуры могут быть использованы для обоснования выбора модели для использования в обосновании ОДУ. Например, веса по прогнозу можно применять для сравнения прогностических качеств продукционных и когортных моделей, при использовании различных методов оценки параметров и т.п. Использование методов выбора модели и мультимодельного вывода безусловно повысит научную обоснованность определения объема изъятия что, в свою очередь, будет способствовать дальнейшей рационализации эксплуатации ВБР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, 2000. 98 с.

Галанин, Д.А., Дегтерева Т.С. Ресурсы колючего краба (*Paralithodes brevipes*) восточного Сахалина по результатам сравнительной оценки ловушечных и водолазных уловов (Текст): отчет о НИР (промежуточ.): 11829 // Южно-Сахалинск: Саха-

линский науч. — исслед. ин-т рыбного хоз-ва и океанографии, 2013. 60 с.

Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. М.: Мир., 1974. 498 с.

Михеев А.А. Расчет оптимального изъятия донных беспозвоночных // Рыбн. хоз-во. 1999. С. 41—43.

Михеев А.А., Букин С.Д., Первеева Е.Р. и др. Оценка запасов беспозвоночных в Сахалино-Курильском районе на основе анализа временных рядов уловов с применением фильтра Калмана // Известия ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 99—120.

Михеев А.А. Применение фильтра Калмана в когортной модели для корректировки оценок запаса при наличии неучтенного вылова // Вопр. рыболовства. 2016. Т. 17. № 1. С. 20—41.

Михеев А.А. К феноменологии популяционной динамики горбуши на примере Сахалино-Курильских стад // Вопр. рыболовства. 2018. Т. 19. № 1. С. 99—114.

Первеева Е.Р. Распределение и биология стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в водах, прилегающих к острову Сахалин (Текст): автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (03.00.18) / Первеева Екатерина Романовна; ФГУП «СахНИРО». Москва, 2005. 22 с.

Приказ Росрыболовства от 06.02.2015 № 104 (ред. от 04.04.2016) «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесении в них изменений».

Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. 2-е изд. М.: Горячая Линия — Телеком, 2007. 425 с.

Сафронов С.Н. Экология дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* Tilesius (Gadidae) шельфа Сахалина и Южных ку-

- рильских островов. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук (03.00.10) / Сафронов Сергей Никитич; СахТИНРО. Владивосток, 1986. 24 с.
- ФАО. Кодекс ведения ответственного рыболовства. Рим: ФАО, 1995. 91 с.
- Черниенко И. С. Моделирование динамики запаса колючего краба *Paralithodes brevipes* южных Курильских островов конечно-разностной моделью с запаздыванием // Известия ТИНРО. 2016. Т. 185. С. 102–111.
- Шутиков В. К., Розенберг Г. С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R. Тольятти: «Кассандра», 2013. 289 с.
- Auger-Méthé M., Field C., Albertsen C. M. et. al. State-space models' dirty little secrets: even simple linear Gaussian models can have estimation problems // Sci. Rep. 2016. V. 6. № 1. P. 1–10.
- Bordet C., Rivest L. — P. A stochastic Pella Tomlinson model and its maximum sustainable yield // J. Theor. Biol. 2014. V. 360. P. 46–53.
- Burnham K. P., Anderson D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, NY: Springer, 2002. 488 p.
- Claeskens G., Hjort N. L. Model selection and model averaging. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 320 p.
- Chamberlin T. C. The Method of Multiple Working Hypotheses // Science. 1965. V. 148. № 3671. P. 754–759.
- Gelissen S. R code for implementing the extended Kalman filter — R code, simulations, and modeling. URL: http://blogs2.datall-analyse.nl/2016/02/11/rcode_extended_kalman_filter/
- Jiao Y., Reid K., Smith E. Model Selection Uncertainty and Bayesian Model Averaging in Fisheries Recruitment Modeling // The Future of Fisheries Science in North America / R. J. Beamish, B. J. Rothschild (Eds.). Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. P. 505–524.
- Kullback S., Leibler R. A. On Information and Sufficiency // Ann. Math. Stat. 1951. V. 22. № 1. P. 79–86.
- Meinhold R. J., Singpurwalla N. D. Understanding the Kalman Filter // Am. Stat. 1983. V. 37. № 2. P. 123–127.
- Meyer R., Millar R. B. Bayesian Stock Assessment using a State-Space Implementation of the Delay Difference Model // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1998. V. 56. P. 37–52.
- Millar C. P., Jardim E., Scott F. et. al. Model averaging to streamline the stock assessment process // ICES J. Mar. Sci. 2015. Vol. 72. № 1. P. 93–98.
- Newman K. B., Buckland S. T., Morgan B. J. T. et. al. Modelling population dynamics: model formulation, fitting and assessment using state-space methods. New York: Springer, 2014. 215 p.
- Pedersen M. W., Berg C. W. A stochastic surplus production model in continuous time // Fish Fish. 2017. V. 18. № 2. P. 226–243.
- Quinn T. J. I., Deriso R. B. Quantitative Fish Dynamics. New York; Oxford: Oxford University Press, 1999. 542 p.
- Särkkä S. Bayesian filtering and smoothing. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2013. 232 p.
- Schnute J. T. A General Theory for Analysis of Catch and Effort Data // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1985. V. 42. № 1970. P. 414–429.
- Schnute J. T. A General Fishery Model for a Size-Structured Fish Population // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1987. V. 44. № 1980. P. 924–940.
- Scrucca L. GA: A Package for Genetic Algorithms in R // J. Stat. Softw. 2013. V. 53. № 4.
- Thorson J. T. Forecast skill for predicting distribution shifts: A retrospective experiment for marine fishes in the Eastern Bering Sea // Fish and Fisheries. 2019. V. 20. № 1. P. 159–173
- Tsagris M., Athineou G. Compositional: Compositional Data Analysis. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=Compositional>
- Wan E. A., Merwe R. van der. The

Unscented Kalman Filter // Kalman Filtering of nonlinear population dynamics using Bayesian and Neural Networks / by ed. S. Haykin. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001. P. 221–280.

of nonlinear population dynamics using Bayesian and non-Bayesian state-space models // Ecol. Model. 2007. V. 200. № 3–4. P. 521–528.

Wang G. On the latent state estimation

MULTI-MODEL APPROACH TO SOME MARINE BIOLOGICAL RESOURCES STOCK FORECAST IN SAKHALIN-KURIL REGION

© 2019 y. I. S. Chernienko, E. P. Chernienko

Pacific Ocean Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO), Vladivostok, 690091

The use of modern methods of estimation and forecast of marine biological resources stocks is required due to the needs of domestic economy and the demands of international agreements for fisheries. These reasons lead to the increasing use of math modeling for practical estimations of total allowable catch (TAC). From one hand some specialists face difficulties choosing a correct math model and its parameters evaluation methods. From the other hand, after choosing one specific model they reject the other ones, though they still can have some advantages. Moreover different business entities can use seemingly equal models to manage the fishery while those models give significantly different results. Therefore, it is important to take various scenarios into consideration while managing the fisheries. The given paper studies some aspects of choosing a model and of multi-model outcomes on examples of some marine biological resources stock of Sakhalin-Kuril region.

Key words: Modelling, surplus models, model selection, multi-model approach.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Журнал «Вопросы рыболовства» печатает статьи, материалы которых не были опубликованы в других изданиях.

2. Статья должна сопровождаться экспертным заключением Ученого совета о том, что статья разрешена к опубликованию в печати и в ней не содержатся сведения, подлежащие защите от разглашения и открытое опубликование которых запрещено.

3. Объем направляемых в редакцию статей не должен превышать одного авторского листа, т.е. не более 24 машинописных страниц, набранных через два интервала (около 40 000 знаков с пробелами), включая таблицы, подрисуночные подписи и список литературы. Число рисунков не должно превышать 6. Исключение составляют статьи, подготовленные по согласованию с редколлегией журнала.

4. Рукописи предоставляются в редакцию в бумажном и электронном видах. Все элементы статьи (текст, таблицы, подписи к рисункам и т.п.) должны быть набраны шрифтом Times New Roman 12 кегля через два интервала. В электронном виде статья должна быть представлена следующими файлами: текст (входят все его элементы, включая аннотацию с ключевыми словами, таблицы, список литературы и подписи к рисункам) и рисунки (каждый рисунок дается отдельно, подписывается фамилией первого автора и нумеруется). Желательно представить еще вариант статьи вместе с рисунками. В электронном виде статья может быть представлена на CD-диске (дискеты редакция не принимает) или прислана по электронной почте.

5. Статья должна иметь следующие обязательные элементы:

- **УДК** (универсальный десятичный классификатор) в левом верхнем углу титульного листа (набрано курсивом);

- **Заголовок** (набран жирным шрифтом прописными буквами): в заголовке рекомендуется указать латинское название объекта исследования и в скобках — отряд и семейство, к которым он относится;

- **фамилии авторов** (набраны жирным шрифтом строчными буквами, инициалы находятся перед фамилиями);

- **учреждения**, откуда направляется статья (традиционное название, т.е., например, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) вместо Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)»); набраны курсивом строчными буквами;

- **адрес электронной почты**: указывается только один контактный e-mail автора, ответственного за переписку;

- **аннотация и ключевые слова** (ключевые слова должны содержать: название объекта исследования на русском и латинском языках, название исследованных характеристик или направление исследования и географическое название района исследований, их должно быть не более 10); в аннотации недопустимо использование сокращений и аббревиатур (за исключением общепринятых), а также литературных ссылок;

- **изложение материала** желательно вести по следующему плану: введение; цель и задачи исследования; постановка вопроса и его освещенность в литературе; методика; результаты; обсуждение полученных данных; выводы или краткое заключение; список литературы; при этом необходимо учесть, что в статье используются следующие рубрики, выделенные в красную строку: «ВВЕДЕНИЕ», «Материал и методика», «Результаты», «Обсуждение», («Результаты и обсуждение»), «Список литературы» (в пределах традиционных рубрик авторы могут использовать индивидуальные заголовки и подзаголовки);

• **таблицы** помещаются после списка литературы (просьба не предоставлять таблицы в виде отдельных файлов);

• **подписи к рисункам;**

• название статьи, резюме, фамилия, имя, отчество автора, название организации и ключевые слова, переведенные на английский язык размещаются в конце статьи;

• **сведения об авторах:** в конце статьи указываются имена и отчества авторов, их точные адреса (домашний и служебный) с индексом, телефоны (домашний и служебный), e-mail, подписи (возможны их отсканированные варианты);

6. Цифровой материал следует по возможности представлять в виде таблиц. Каждая таблица должна быть пронумерована арабской цифрой и снабжена коротким, но полно характеризующим ее заголовком. Примечаний к таблицам желательно избегать, но если они необходимы — формулировать их кратко и ясно. Материалы таблиц не должны дублировать графические материалы. Если в статье присутствует только одна таблица, то номер ей не присваивается, а в тексте дается ссылка: (таблица). В таблице необходимо использовать шрифт размером не менее 10. В каждой ячейке таблицы должно быть только одно значение (каждая строка — в отдельной строке таблицы, каждый столбец — в отдельном столбце таблицы).

7. Единицы измерения приводятся в системе СИ. Сокращений слов, имен, названий, как правило, не допускается, за исключением общепринятых. Все аббревиатуры должны расшифровываться. Если в тексте используется сокращенное название, то оно должно даваться в скобках при первом упоминании: смешивание краткого и полного написаний недопустимо. Первое упоминание в тексте и в таблицах названия объекта исследования приводится по-русски (если русское название существует) и по-латыни, латинское название при этом в скобки не берется; в дальнейшем, если вид имеет русское название, приводится лишь русское название, если нет — первая буква рода и видовое название по-латыни.

8. При подготовке **рисунков** (журнал публикует только черно-белые иллюстрации) необходимо придерживаться следующих правил:

— каждому рисунку должен соответствовать свой файл, последний необходимо именовать, указав фамилию первого автора и номер рисунка;

— если в статье только один рисунок, номер ему не присваивается, а в тексте ссылка на него оформляется следующим образом: (рисунок) или (рисунок, а, б, в);

— если рисунок состоит из нескольких фрагментов, желательно представить его скомпонованным со всеми обозначениями;

— распечатки рисунков должны быть понятными и четкими; если несколько карт или фотографий сгруппированы в один рисунок, их следует располагать так, как они должны быть напечатаны; каждую часть составного рисунка следует пометить строчной буквой русского алфавита курсивного начертания в левом нижнем углу; на лицевой стороне распечатки надо указать фамилию первого автора и номер рисунка;

— все обозначения, нанесенные на рисунок, должны расшифровываться в подписи к рисункам и соответствовать тексту;

— рисунки желательно присылать в форматах jpg или tiff размером не менее 5х6 см и не более 18х24 см, не принимаются фотографии в виде PDF-файлов, а также рисунки, выполненные в малораспространенных программах;

— необходимо учитывать следующее: при полиграфическом воспроизведении рисунков четкое изображение будет только у тех иллюстраций, которые были изначально даны в редакцию с хорошим разрешением; рисунки необходимо разгружать от излишней информации, перенося в подпись к рисунку обозначения, масштаб и оставляя на нем только самое необходимое; при использовании в рисунках большого числа столбцов, долей квадрата

и тому подобного, для лучшего восприятия желательно применять различную штриховку, а не оттенки цвета заливки.

9. Список литературы должен содержать лишь цитированные в тексте работы, расположенные в алфавитном порядке. Сначала приводится перечень работ на русском языке и на языках с близким к русскому алфавитом, потом на английском языке.

10. Информация в списке литературы (**ссылка**) должна содержать **обязательные** элементы, которые располагаются в следующем порядке: **фамилии** авторов, **инициалы** авторов (указывается не более четырех авторов; если больше четырех авторов, то указываются три и пишется «и др.» или «et al.»; фамилии и инициалы авторов набираются курсивным начертанием); **полное название статьи, название периодического издания, год издания, том, номер и страницы** (если цитируются тезисы докладов, то допустимо указывать одну страницу). При повторной ссылке на то же издание вместо названия журнала надо писать «Там же» или «Ibid.» (от латинского «Ibidum» — там же). Если дается ссылка на непериодическое издание (книгу, сборник), то, кроме того, надо указать **название книги или сборника, место издания (город), издательство и общее число страниц**. Сведения о редакторах, числе изданий и др. не являются обязательными. Ссылку на диссертацию надо заменять на автореферат, при этом необходимо указать **город, научное учреждение** (указаны на грифе) и **общее число страниц**. Ссылки в тексте оформляются следующим образом: «По данным Берга (1932)», «Ряд авторов (Берг, 1932; Jordan, 1932)», «По данным Джордена (Jordan, 1932)»; необходимо иметь в виду, что ссылка дается на языке оригинала, и не использовать смешанное написание, например, «По данным Джордена (1932)», если работа опубликована на английском языке (правильное оформление см. выше). Если в статье указана дословная цитата, то необходимо взять ее в кавычки и указать страницу оригинала.

11. Необходимо ссылаться на оригинал работы, опубликованной в печати, а не на ее электронную публикацию. Допустимо использовать ссылку на электронную публикацию в том случае, если статья опубликована только в Интернет-издании.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ:

Гриценко О.Ф. Биология симы и кижуча северного Сахалина: монография. М.: ВНИРО, 1973. 40 с.

Долганов В.Н. Питание скатов семейства *Rajidae* и их роль в экосистемах Дальневосточных морей России // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 417–424.

Никитин А.И., Валетова Н.К., Чумичев В.Б. и др. Натурные исследования радиоактивного загрязнения морской среды северо-восточной части Черного моря (1997–2000 гг.) // Тез. докл. Междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 2001. С. 51–53.

Курилов А.В. Инфузории планктона прибрежной зоны и лиманов северо-западной части Черного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь: ИнБюм, 2005. 26 с.

12. В статье и в списке литературы между цифровыми значениями ставится короткое тире —, а не дефис -.

13. Редакция журнала «Вопросы рыболовства» оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения рукописей.

14. Рукописи, в которых не соблюдены все перечисленные выше правила, редакцией не принимаются.

15. В случае задержки авторами статей, возвращенных редакцией для доработки, на срок больше 6 месяцев, они регистрируются как вновь поступившие.

16. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

17. Гонорар авторам не выплачивается.

Компьютерная верстка
А.А. Шимчук

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-45410
от 15 июня 2011 г. в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписано в печать 25.09.2019 г.
Печать офсетная

Формат бумаги 60×90 1/8
Бумага 70 г/м²

Тираж 100 экз.

Редакция журнала «Вопросы рыболовства»
Тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru